

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ

СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**Сучасні технології в
промисловому виробництві**

МАТЕРІАЛИ

*науково-технічної конференції викладачів,
співробітників, аспірантів і студентів
факультету технічних систем та
енергоефективних технологій*

(ЧАСТИНА I)

Конференція присвячена Дню науки в Україні

Суми-2011

Відповідальний редактор – кандидат технічних наук, доцент
О.Г. Гусак; заступник відповідального редактора – кандидат
технічних наук, доцент В.Г. Євтухов

Сучасні технології в промисловому виробництві:

матеріали науково-технічної конференції викладачів,
співробітників, аспірантів і студентів факультету
технічних систем та енергоефективних технологій: у
трьох частинах, - м. Суми, 18–22 квітня 2011 р / -
редкол.: О.Г. Гусак, В.Г. Євтухов – Суми: Вид-во
СумДУ, 2011. – Ч. I. - 135 с.

УДК 001.891

До збірника увійшли тези та матеріали доповідей, в яких
наведені результати наукових досліджень студентів, аспірантів та
викладачів факультету технічних систем та енергоефективних
технологій СумДУ. Збірник може бути корисним викладачам,
аспірантам і студентам ВНЗ, а також інженерам галузей загального та
хімічного машинобудування.

© Видавництво СумДУ, 2011

Шановні пані та панове!

Деканат та кафедри факультету технічних систем та енергоефективних технологій Сумського державного університету запрошують Вас взяти участь у роботі науково-технічної конференції викладачів, співробітників, аспірантів і студентів.

Конференція відбудеться з 18 по 22 квітня 2011 року.

Час та місце роботи секцій, які цікавлять Вас, наведені в програмі.

Адреса університету: 40007, м. Суми, вул. Р.-Корсакова, 2.

Телефон для довідок 33-10-24.

Відкриття конференції

18 квітня 2011 р.

Початок о 12⁵⁰, ауд. А 215.

Програма і завдання конференції. Розповсюдження тез доповідей по секціях.

Голова оргкомітету доц. Гусак О.Г.

Робота по секціях

СЕКЦІЯ «ХІМІЧНІ НАУКИ»

Голова – доц. С.Ю.Лебедев
Секретар – доц. С.Б. Большаніна

18 квітня 2011 р.

Початок о 15⁰⁰, ауд. Ц-301.

1. Вивчення структури полімерної композиції на основі полікапріду і поліетилентерефталату методом рентгеноструктурного аналізу.
Доп.: Павленко А.А., аспірант.
Кер.: Миронович Л.М., професор.
2. Пленкообразование дивинил(триэтиленгликоль)бис-о-фталата в присутствии инициаторов.
Докл.: Никозять Ю.Б., доцент,
Ивашенко О.Д., доцент, ПУПКУ, Полтава.
Рук.: Миронович Л.М., професор.
3. Реакционная способность замещенных пиразоло[5,1-с][1,2,4]триазин4-она.
Докл.: Костина М.В., аспірант,
Старинский Е.А., студент гр. ЭК-91,
Онисковец В.И., студент гр. ЭК-91,
Заяц И.В., студент гр. ЭК-91,
Каминская Я.П., студент гр. ЭК-91.
Рук.: Миронович Л.М., професор.

4. Получение 1,2,4,5-тетразоло[3,4-с]1,2,4-триазина.
Докл.: Ефименко С.М., аспирант,
Мелентьева А.С., студент гр. ЭК-91,
Кириченко Я.С., студент гр. ЭК-91,
Белява А.О., студент гр. ЭК-91,
Байдак М.В., студент гр. ЭК-91.
Рук.: Миронович Л.М., профессор.
5. Расчёт концентраций растворов азотной кислоты
Докл.: Рязанцева В.Н., студент гр. ЛС-002.
Рук.: Лебедев С.Ю., доцент.
6. Окислительно-восстановительный потенциал активированной воды
Докл.: Мамасуев В.С., студент гр. ЛС-004,
Колесников Б.В., ученик 10 класса,
Сумская Александровская гимназия.
Рук.: Манжос А.П., доцент.
7. Інкорпорація йонів важких металів у структуру глинистих мінералів.
Доп.: Аблеев О.Г., аспирант, кафедра ПЕК.
Кер.: Марченко Л.І. доцент.
8. Аналіз структури глинистих мінералів Сумщини як сорбентів у технологіях очищення стоків.
Доп.: Мамай Ю.В., студент гр. ЕК-91.
Кер.: Большанина С.Б., доцент.
9. Визначення теоретичних констант в рівняннях ізотерм сорбції іонів нікелю.
Доп.: Балабуха Д.С., студент гр. ЕК-91.
Кер.: Большанина С.Б., доцент.
10. Одержання металізованих наноструктур хімічними методами.
Доп.: Чуйко В.П., інженер.
Кер.: Большанина С.Б., доцент.
11. Исследование содержания ионов железа в природной воде.
Докл.: Малёвана И.А., студент гр. ЭК-81,
Мужиченко И.О., студент гр. ЭК-81.
Рук.: Воробьева И.Г., доцент.
12. Застосування транспортних реакцій для добування чистих металів
Доп.: Мут О.В., студент гр. МТ-01,
Остапенко Ю.В., студент гр. МТ-01.
Кер.: Ліцман Ю.В., доцент.

13. Последствия чернобыльской аварии в республике Беларусь.
Докл.: Огренич А.В., студент гр. ЛС-016.
Рук.: Дыченко Т.В., ст. преподаватель.
14. Биогеохимические провинции Монголии и Азербайджана.
Докл.: Даваасурен Хулан, студент гр. ЛС-031,
Мамедова Парвана, студент гр. ЛС-016.
Рук.: Дыченко Т.В., ст. преподаватель.

СЕКЦІЯ «ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ»

Голова – доц. Д.В. Криворучко
Секретар – асист. В.О. Иванов

22 квітня 2011 р.

Початок о 13²⁵, ауд. А215.

1. Обеспечение точности геометрической формы деталей на отделочных операциях.
Докл.: Голубков В.И., магистрант гр. ТМ-61 маг.
Рук.: доц. Акилов А.И., доцент.
2. Приспособление для закрепления железнодорожных рельс на продольно-фрезерной операции.
Докл.: Зимин М.А., магистрант гр. ТМ-61 маг.
Рук.: Савчук В.И., доцент.
3. Технологические особенности полирования шаровых поверхностей пробок в статически уплотненной абразивной среде.
Докл.: Шилов И.А., магистрант гр. ТМ3-52 маг.
Рук.: Савчук В.И., доцент.
4. Повышение качества и производительности обработки глубоких отверстий.
Докл.: Качанова М.В., магистрант гр. ТМ-61 маг.
Рук.: Захаркин А.У., доцент.
5. Расчетно-аналитический метод определения припусков на механическую обработку заготовок.
Докл.: Лещенко С.С., магистрант гр. ТМ-61 маг.
Рук.: Евтухов В.Г., доцент.
6. Підвищення продуктивності обробки на верстатах з ЧПК.
Доп.: Романенко І.В., магістрант гр. ТМ3-52 маг,
Чеботарьова Н.С., магістрант гр. ТМ3-52 маг.
Кер.: Иванов В.О., асистент.

7. Исследование особенностей работы агрегатной фрезерной головки.
 Докл.: Нешта А.А., магистрант гр. ТМ-61 маг.
 Рук.: Кушников П.В., доцент.
8. Имитационное моделирование процесса круглого врезного шлифования.
 Докл.: Кисиленко К.С., магистрант гр. ТМ-61 маг.
 Рук.: Евтухов А.В., ст. преподаватель.
9. Призначення режимів різання при гравіруванні тонких канавок.
 Доп.: Ніколаєв Я. Ю., студент гр. ВІ-71.
 Кер.: Міненко Д.О., асистент.
10. Усовершенствование экспресс методики определения норм времени на механическую обработку деталей.
 Докл.: Парфеньева Ю.Е., магистрант гр. ТМ-61 маг.
 Рук.: Миненко Д.А., ассистент.
11. Анализ современных методов измерения.
 Докл.: Дученко В.В., студентка гр. ТМ-61.
 Рук.: Кутовой Н.П., ассистент.
12. Исследование растачивания длинномерных конических отверстий.
 Докл.: Типтюк А.Н., магистрант гр. ТМ-61 маг.
13. Исследование геометрических параметров бумагорезальных ножей из инструментальной стали.
 Докл.: Пурдес М.И., магистрант гр. ТМ3-52 маг.
 Рук.: Алексеенко Д.М., доцент.
14. Имитационное исследование процесса резания бумаги резцами из инструментальной стали.
 Докл.: Бондарь А.С., магистрант гр. ТМ3-52 маг.
 Рук.: Алексеенко Д.М., доцент.
15. Створення бази електронних видань галузевих каталогів металорізальних верстатів.
 Доп.: Кисиленко К.С., магистрант гр. ТМ-61 маг,
 Клименко Ю.В., студент гр. ТМ-61,
 Якименко І.Л., студент гр. ТМ-61,
 Лиштван М.В., студент гр. ТМ-61,
 Чубун І.В., студент гр. ТМ-61.
 Кер.: Руденко О.Б., ст. викладач.
16. Анализ перспектив применения модульной технологии в машиностроении.
 Докл.: Думанчук М.Ю., старший преподаватель, СНАУ.

СЕКЦІЯ «ОБРОБКА МАТЕРІАЛІВ У МАШИНОБУДУВАННІ»

Голова – проф. В.О. Залога
Секретар – інж. А.І. Іовенко

21 квітня 2011 р.

Початок о 13²⁵, ауд. А-215.

1. Демонстрування дії токарно-карусельного верстата моделі 1541.
Доп.: Котенко О.В., студент гр. ВІ – 71.
Кер.: Коротун М.М., доцент.
2. Дослідження теплових деформацій карусельно-шліфувального верстата.
Доп.: Потапенко А.В., студент гр.ВІ – 61.
Кер.: Коротун М.М., доцент.
3. Моделювання деформації приводу колових подач та головного приводу круглошліфувального верстата.
Доп.: Сорока Я.В., студент гр. ВІ – 61.
Кер.: Коротун М.М., доцент.
4. Розробка та моделювання механізму верстата.
Доп.: Чеховський О.Ю., студент гр.ВІ – 61.
Кер.: Коротун М.М., доцент.
5. Технічне забезпечення глибокого свердлення.
Доп.: Левенець І.В., студент гр.ВІ – 61.
6. Визначення параметрів наросту на лезі при точінні.
Доп.: Самохвалов Д.О., студент гр.ВІ – 61.
7. Исследование влияния режимов резания на оптимальный радиус округления режущей кромки.
Докл.: Голобородько Л.В., студент гр. ВІ – 61.
Рук.: Некрасов С.С., ассистент.
8. Перспективы разработки 3D-модели спироидного зацепления и исследования влияния параметров звеньев передачи на показатели зацепления.
Докл.: Сорокин А.Н., инженер,
Демьяненко Я.В., студент гр. ВІ – 61,
Спивак А.В., студент гр. ВІ – 61.
Рук.: Залога В.А., профессор.

9. Расширения технологических возможностей вертикальных станков с ЧПУ на основе использования тангенциальной схемы резания.
Докл.: Прокопенко А.В., аспирант,
 Барыльник О.Д., студент гр. ВИ – 61.
Рук.: Дядюра К.А., доцент.
10. Повышение эффективности систем диагностики состояния режущего инструмента с использованием в их составе экспертных систем.
Докл.: Гонщик А.В., аспирант.
Рук.: Зинченко Р.Н., доцент.
11. Использование программного продукта Matlab для создания искусственных нейронных сетей и последующего использования их в системе диагностики режущего инструмента.
Докл.: Недайхлеб И.Г., студент гр. ВИ – 61.
Рук.: Зинченко Р.Н., доцент.
12. Розробка САПР ступінчатого вала в системі PowerShape.
Доп.: Приходько Д.О., студент гр. ВІ – 61.
Кер.: Зінченко Р.М., доцент.
13. Розробка методики використання експертних систем із нечіткою логікою в системах діагностики стану різальних інструментів.
Доп.: Козинець Л.О., студент гр. ВІ – 61.
Кер.: Зінченко Р.М., доцент.
14. Исследование статической и динамической жесткости станков на основе механизмов с параллельной структурой.
Докл.: Кириченко В.Н., студент гр. ВИ – 61.
Рук.: Емельяненко С.С., ассистент.
15. К вопросу о применении современных программных продуктов, применяемых для разработки дистанционного обучения по предмету металлорежущее оборудование.
Докл.: Дмитренко А.Ю., студент гр. ВИ – 61.
Рук.: Кутовой Н.П., ассистент.
16. Свойства композиционных материалов на основе углеволокна.
Докл.: Резниченко С.М., аспирант.
17. Влияние ионно-лучевой имплантации азотом на адгезионные свойства твердого сплава ВК8.
Докл.: Залого О.А., аспирант.

18. Исследования влияния различных смазок на адгезионную составляющую силы трения при резании.

Докл.: Залога В.А., аспирант.

19. Проект модернизации станка мод. 6М82

Докл.: Мелута Д.А., студент гр. ВИ – 61,
Одинцов А.В., студент гр. ВИ – 61,
Пличка М.С., студент гр. ВИ – 61,
Ткаченко Д.С., студент гр. ВИ – 61.

20. Моделювання реальної поверхні випадковими функціями.

Доп.: Терещенко В.А., студент гр. ВІ – 61.
Кер.: Лагута Г.Г., доцент.

21. Моделювання реальної поверхні як точково заданої поверхні.

Доп.: Юнак А.С., студент гр. ВІ – 61.
Кер.: Лагута Г.Г., доцент

СЕКЦІЯ «МЕТРОЛОГІЯ, СТАНДАРТИЗАЦІЯ ТА СЕРТИФІКАЦІЯ»

Голова – проф. В.О. Залога
Секретар – інж. А.І. Іовенко

20 квітня 2011 р.

Початок о 13²⁵, ауд. А-215.

1. До питання про підвищення ефективності сервісного обслуговування компресорної техніки.

Доп.: Акулов А.В., пров. інженер
ТОВ «Головкомпресормаш - Сервіс».
Кер.: Дядюра К.О., доцент.

2. Оптимізація системи управління якістю заготівельного виробництва за критеріями задоволеності зацікавлених сторін.

Доп.: Динник О.Д., аспірант.
Кер.: Залога В.О., професор,
Івченко О.В., асистент.

3. Актуальність питання забезпечення освіти фахівця технічного профілю в сфері технічного регулювання.

Доп.: Загорулько Н.О., аспірант.
Кер.: Івченко О.В., асистент.

4. Методические подходы к формированию интегрированных систем управления.
Докл.: Раджаб Заде Мортеза, аспирант.
Рук.: Ивченко А.В., ассистент.
5. Оцінка результативності інформаційної системи якості інструментальної підготовки виробництва.
Доп.: Погоржельська Ю.О., ассистент.
Кер.: Залого В.О., профессор,
Ивченко О.В., ассистент.
6. Управління якістю процесу закупівлі на ТЕС.
Доп.: Підпригора О.С., студент гр. СТ – 61.
Кер.: Погоржельська Ю.О., ассистент.
7. Метод оцінювання якості діяльності управлінського персоналу.
Доп.: Карабаза А.А., студентка гр. СТз – 41с.
Кер.: Хярм В.М., аспирант,
Ивченко О.В., ассистент.

СЕКЦІЯ «ХІМІЧНА ТЕХНОЛОГІЯ ТА ІНЖЕНЕРІЯ»

Голова – проф. В.І. Склабінський
Секретар – асп. А.В. Логвин

19 квітня 2011 р.

Початок у 11⁰⁰, ауд. ЛА205.

1. Исследование гидродинамики и оценка эффективности газосепараторов тонкой очистки.
Докл.: Парфило Ю. Г., студентка гр. ХМ-61,
Пономаренко Д. В., студент гр. ХМ-71.
Рук.: Ляпощенко А. А., доцент,
Логвин А. В., аспирант.
2. Исследование процессов получения СПБТ из нестабильного углеводородного сырья.
Докл.: Острога Р.А., студент гр. ХМ-61.
Рук.: Ляпощенко А.А., доцент.
3. Исследование структуры потоков в трубном газо-жидкостном реакторе.
Докл.: Михалевич И.А., студентка гр. ХМ-61.
Рук.: Стороженко В.Я., профессор.

4. Обоснование использования абсорбера трубчатого типа в производстве неконцентрированной азотной кислоты.

Докл.: Шевченко П.О., студент гр. ХМ-61.

Рук.: Михайловский Я.Э., доцент.

5. Гидродинамика и массотеплопередача в абсорберах трубчатого типа со шнековыми элементами.

Докл.: Настенко О.В., студентка гр. ХМ-71.

Рук.: Ляпощенко А.А., доцент,
Михайловский Я.Э., доцент.

6. Оптимизация выпарного отделения в производстве пигментной двуокиси титана.

Докл.: Ахтырцева А.Н., студентка гр. ХМ-61.

Рук.: Михайловский Я.Э., доцент.

7. Технология гранулирования пищевых продуктов с высокой влажностью.

Докл.: Белодед А.В., студент гр. ХМ- 71.

Рук.: Якушко С.И., доцент.

8. Исследование блока регенерации гликоля в составе установки осушки газа.

Докл.: Ясырева В.П., студентка гр. ХМЗ-51с.

Рук.: Склабинский В.И., профессор.

9. Вплив способів створення закрученого газового потоку та конфігурації робочого простору на гідродинаміку вихрових апаратів.

Доп.: Чудеса М.С., студент гр. ХМ-61.

Кер.: Артюхов А.Є., ст. викладач.

10. Моделирование работы абсорбера установки очистки газа .

Докл.: Самофал А.А., студент гр. ХМЗ-51маг.

Рук.: Склабинский В.И., профессор.

11. Анализ воздействия термодинамических параметров на работу абсорбционной колонны установки осушки природного газа.

Докл.: Гордиенко О.И., студентка гр. ХМ- 61.

Рук.: Склабинский В.И., профессор.

12. Вдосконалення конструкції контактних пристроїв з масообмінно-сепараційними елементами.

Доп.: Смілянська О.Ю., студентка гр. ХМ-71.

Кер.: Артюхов А.Є., ст. викладач,

Михайловский Я.Е., доцент.

13. Дослідження та оптимізація процесу утилізації теплоти вторинного пару в парної установки за допомогою теплового насосу.

Доп.: Скиртаченко М.В., студент гр. ХМ-61.

Кер.: Юхименко М.П., доцент.

14. Разработка сушилок с активными аэродинамическими режимами для сушки зернистых материалов.

Докл.: Сиротенко М.Н., студентка гр. ХМ-71 .

Рук.: Юхименко Н.П., доцент.

15. Моделирование и оптимизация процессов регенерации гликолей в теплообменном оборудовании.

Докл.: Гладкая Н.М., студентка гр. ХМ-61.

Рук.: Ляпощенко А.А., доцент.

16. Осушка и удаление тяжелых фракций из природного газа методом сверхзвуковой низкотемпературной газодинамической сепарации.

Докл.: Твердохлеб А.А., студентка гр. ХМ-71,

Коробченко К.В., студентка гр. ХМ-61.

Рук.: Ляпощенко А.А., доцент.

17. Энергоэффективные воздухоразделительные установки для получения газообразного и жидкого технического кислорода и азота с использованием циклового воздуха газотурбинного двигателя ГПА.

Докл.: Криворучко Е. А., студентка гр. ХМ-61.

Рук.: Якушко С. И., доцент.

18. Гідродинаміка контактних пристроїв з масообмінно-сепараційними елементами.

Доп.: Коробченко К.В., студентка гр. ХМ-61,

Покотило В.М., провідний фахівець.

Кер.: Артюхов А.Є., ст. викладач.

19. Анализ способов сушки и гранулирования органических веществ.

Докл.: Острога Р.А., студент гр. ХМ-61.

Рук.: Якушко С. И., доцент.

20. Особливості підбору насосного обладнання для роботи у складі установки комплексної переробки органічних відходів.

Доп.: Фаталі Амір Хусейн, студент гр. ХМ-61.

Кер.: Яхненко С.М., доцент.

21. Критерії оцінки ефективності процесу розділення сипких матеріалів у лабораторному пневмокласифікаторі

Доп.: Литвиненко А.В., студент гр. ХМ-61.

Кер.: Стороженко В.Я., професор,

Смирнов В.А., асистент.

22. Особенности интенсификации процессов перемешивания и теплопередачи при производстве карамели.
Докл.: Ивания А.В., студент гр. ХМ-71.
Рук.: Логвин А.В., ассистент.
23. Особливості розрахунку двохфазних потоків у криволінійних каналах.
Доп.: Сущенко Н.В., студентка гр. ХМ-71.
Кер.: Логвин А.В., асистент.
24. Перспективи отримання мікрогранул у вібраційних грануляторах.
Доп.: Скиданенко М.С., аспірант,
Кер.: Склабінський В.І. професор,
Артюхов А.Є., ст. викладач.
25. Окружные скорости газа (пара) в рабочей камере вихревого распыливающего противоточного массообменного аппарата (ВРПМА).
Докл.: Мохаммед Абдуллах Д., аспирант.
Рук.: Склабинский В.И., профессор.
26. Массообменные характеристики вихревого распыливающего противоточного массообменного аппарата (ВРПМА).
Докл.: Аль Хайят Мохаммед Н.К., аспирант.
Рук.: Склабинский В.И., профессор.
27. Поличний сушильний апарат для термолабільних зернових матеріалів.
Доп.: Шандиба Н.О., аспірантка.
Кер.: Юхименко М.П., доцент.
28. Требования к контактным устройствам для проведения вакуумной ректификации нефти.
Докл.: Мухаммед Мухаммед Эль Шейх, аспирант.
Рук.: Якушко С. И., доцент.
29. Экспериментальное определение оптимальных гидродинамических режимов инерционно-фильтрующих сепараторов.
Докл.: Аль-Раммахи М.М., аспирант.
Рук.: Логвин А.В., ассистент.
30. Энергосберегающие установки для переработки сельскохозяйственной продукции.
Докл.: Юхименко Н.П., доцент.
31. Гранулоутворення у псевдозрідженому шарі.
Доп.: Якушко С.І., доцент.

32. Дослідження класифікатора з висхідним струменем.
Доп.: Юхименко М.П., доцент,
Смирнов В.А., асистент.
33. Оценка энергозатрат при измельчении зернистых материалов.
Докл.: Юхименко Н.П., доцент,
Мельниченко В.В., инженер.
34. Измельчение растительного сырья в ударно-отражательных мельницах.
Докл.: Казаков Д.Д., аспирант, СНАУ.
Рук.: Юхименко Н.П., доцент.
35. Уточнения траектории движения гранул в грануляционных башнях.
Докл.: Кононенко Н.П., ст. науч. сотрудник,
Склабинский В.И, профессор.
36. Уточнення характеристик струменя рідини при витіканні з перфорованих оболонок.
Доп.: Кононенко М.П., ст. наук. співробітник,
Осіпов В.А., доцент.

ХІМІЧНІ НАУКИ

ВИВЧЕННЯ СТРУКТУРИ ПОЛІМЕРНОЇ КОМПОЗИЦІЇ НА ОСНОВІ ПОЛІКАПРОАМІДУ І ПОЛІЕТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТУ МЕТОДОМ РЕНТГЕНОСТРУКТУРНОГО АНАЛІЗУ

Миронович Л.М., професор; Павленко А.А., аспірант

Проблема утилізації відходів поліетилентерефталату та полікапроаміду є актуальним питанням сучасності. Намі одержана полімерна композиція на основі ПЕТ та ПА-6 і досліджені фізико-механічні, електричні властивості. Представляють інтерес дослідження, які спрямовані на вивчення морфології полімерів при їх змішуванні. Морфологію полімерної композиції вивчали рентгеноструктурним аналізом.

Рентгенографічні дослідження проводили на стандартному дифрактометрі «Дрон-2». Фільтрували промінні лампи з мідним анодом з використанням збалансованого випромінювання $\text{CuK}\alpha$, довжина промінів $\lambda=0,154178$ нм. Параметри роботи лампи: $U=40$ кВ, $I=35$ мА. Дослідження проводили в діапазоні кутів 2Θ від 8 до 50, довжина кроку вимірювання $0,2^\circ$.

Рентгенодифрактограми первинних поліетилентерефталату та полікапроаміду наведені на рис.1, а полімерної суміші на основі відходів ПЕТ та ПА-6 на рис.2.

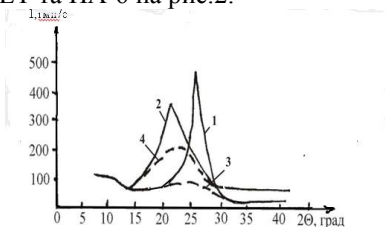


Рисунок 1 - Рентгенодифрактограми полімерів: кристалічної області ПЕТ (1), ПА-6 (2); аморфної області ПЕТ (3), ПА-6 (4).

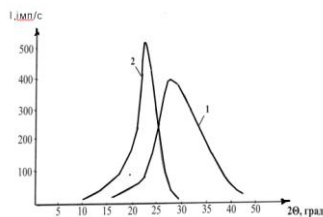


Рисунок 2 - Рентгенодифрактограма полімерної суміші: ПЕТ (1); ПА-6 (2).

Характерні дифракційні рефлекси від кристалічних фаз для чистого ПА-6, суміші його з ПЕТ проявляються у вузькому діапазоні кута дифракції $2\Theta = 20.8^\circ - 23.38^\circ$. Ступінь кристалічності первинного ПА-6 (γ -фаза, кут дифракції $2\Theta 21.24^\circ$) дорівнює 43 %, додавання 20 % ПЕТ до ПК призводить до зростання кристалічності ПА-6 до 53 % (γ -фаза, кут дифракції $2\Theta 23.05^\circ$). Вплив ПЕТ відбувається і на зростання кристалітів полікапроаміду при охолодженні, розміри кристалітів ПА-6 незначно зростають: для первинного ПА-6 середній розмір кристалітів становить 9.12 нм, а для ПА-6 у полімерній суміші – 9.6 нм. Середній розмір кристалітів поліетилентерефталату у розглянутої полімерної суміші відрізняється не суттєво і дорівнює 9.08 нм.

ПЛЕНКООБРАЗОВАНИЕ ДИВИНИЛ(ТРИЭТИЛЕНГЛИКОЛЬ)БИС-О-ФТАЛАТА В ПРИСУТСТВИИ ИНИЦИАТОРОВ

*Миронович Л.М., профессор СумГУ, г. Суми;
Никозья Ю.Б., доцент, Иващенко Е.Д., доцент, ПУПКУ, г. Полтава*

Олигоэфиракрилаты находят широкое применение в гомополимерных и композиционных материалах. Вследствие возможности сочетания процесса полимеризации и отверждения в одном технологическом цикле актуальным является исследование олигоэфиров с двойными связями неметакрилатного типа. Целью исследования явилось изучение фотополимеризационной способности дивинил(триэтиленгликоль)бис-о-фталата (ДФТ) в присутствии β -дикетонатов переходных металлов.

ДФТ получен взаимодействием этиленхлоргидрина с фталевым ангидридом с дальнейшим отщеплением HCl в присутствии щелочи и конденсацией промежуточного продукта с триэтиленгликолем. В качестве ФИ использовали ацетилацетонаты кобальта и железа.

Пленки толщиной 15-35 мкм наносили наливом из толуольного раствора на пластинки из кварцевого стекла. Для пленок определяли броматометрически конверсию двойных связей $\Gamma_{\text{дв}}$. Содержание трехмерного полимера $\Gamma_{\text{тр}}$ определяли гравиметрически экстракцией из кипящего ацетона в течение 6 ч.

Установлено, что пленкообразование ДФТ независимо от температуры фотоиницирования и толщины пленки протекает без индукционного периода. Граничные глубины пленкообразования образцов довольно близки 92-96 %. С увеличением концентрации фотоинициатора независимо от его природы скорость пленкообразования возрастает. Пленкообразование фотоотвержденного ДФТ в присутствии ацетилацетоната кобальта(III) происходит быстрее по сравнению с применением ацетилацетоната железа(III) в качестве фотоинициатора. Время отверждения покрытий падает с увеличением концентрации фотоинициатора. Доказано, что концентрация фотоинициатора 3 мас% приводит к получению покрытий, которые удовлетворяют техническим требованиям к аналогичным покрытиям. Исследована кинетика накопления трехмерного полимера и установлено, что с увеличением температуры фотоиницирования время индукционного периода уменьшается, но возрастает в ряду ацетилацетонат железа(III) > ацетилацетоната кобальта(III) при температуре фотоиницирования 343 К. Скорость трехмерной полимеризации возрастает с увеличением температуры фотоиницирования и сушки. Показано, что применение высоких концентраций фотоинициаторов приводит к ухудшению физико-механических свойств покрытий и оптимальной является концентрация фотоинициатора 3 мас%.

РЕАКЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ ЗАМЕЩЕННЫХ ПИРАЗОЛО[5,1-с][1,2,4]ТРИАЗИН-4-ОНА

*Миронович Л.М., профессор; Костина М.В., аспирант;
Старинский Е.А., студент; Онисковец В.И., студент;
Заяц И.В., студент; Каминская Я.П., студент*

Производные гетероциклических соединений традиционно вызывают интерес химиков-синтетиков, поскольку большинство из них проявляют высокую реакционную способность и значительную биологическую активность. Среди пиразолотриазинов обнаружены высокоактивные antimicrobные агенты, а также вещества, проявляющие противоопухолевую, антиамебную и другие виды активности. Исходя из этого, поиск новых производных пиразолотриазинов является актуальной задачей и имеет теоретическую и практическую значимость.

Целью данной работы являлось исследование реакционной способности 7-амино-3-*трет*-бутил-8-*R*-1,4-дигидропиразоло[5,1-с][1,2,4]триазин-4-онов, которые были получены конденсацией 4-амино-6-*трет*-бутил-3-метилтио-4,5-дигидро-1,2,4-триазин-5-она с метиленактивными соединениями в пиридине.

Ацилирование 7-амино-3-*трет*-бутил-8-этоксикарбонил-1,4-дигидропиразоло[5,1-с][1,2,4]триазин-4-она укусным ангидридом проводили кипячением в пиридине в течение 6 часов и выделили 7-ацетамидо-3-*трет*-бутил-8-этоксикарбонил-1,4-дигидропиразоло[5,1-с][1,2,4]триазин-4-он. Ацилирование хлористым бензоилом в пиридине затруднено смолообразованием, поэтому реакцию проводили в этилацетате в сочетании с каталитическими количествами 70%-ной хлорной кислоты, в результате чего выделили 7-бензамидо-3-*трет*-бутил-8-этоксикарбонил-1,4-дигидропиразоло[5,1-с][1,2,4]триазин-4-он. Кипячение 7-амино-3-*трет*-бутил-8-*R*-1,4-дигидропиразоло[5,1-с][1,2,4]триазин-4-онов с кетонами (альдегидами) в спиртовой среде в течение 4-6 ч приводит к образованию 7-метилендиаминозамещенных пиразоло[5,1-с][1,2,4]триазин-4-онов.

Синтезированные соединения представляют собой окрашенные или белые кристаллические вещества с высокими температурами плавления, нерастворимые в воде.

В ИК спектрах имеются характеристические полосы поглощения карбонильной группы ($1670-1720\text{ см}^{-1}$) и цианогруппы ($2270-2280\text{ см}^{-1}$). В спектрах ЯМР¹Н синтезированных соединений присутствует синглет *трет*-бутильного заместителя, расположенный при 1,35-1,32 м.д. Синглет протона группы NH находится при 13,3 м.д. Исчезает синглет протонов аминогруппы при 6,25 м.д. и появляются сигналы протонов заместителей по аминогруппе, имеющие обычные значения. Состав и строение синтезированных соединений подтверждены данными элементного анализа, ИК- и ЯМР¹Н-спектроскопии.

ПОЛУЧЕНИЕ 1,2,4,5-ТЕТРАЗОЛО[3,4-С]1,2,4-ТРИАЗИНА

*Миронович Л.М., профессор; Ефименко С.М., аспирант;
Мелентьева А.С., студент; Кириченко Я.С., студент;
Белява А.О., студент; Байдак М.В., студент*

1,2,4-триазины входящие в состав бициклических азотсодержащих гетероциклов, проявляют широкий спектр физиологической активности (фармакологической, гербицидной, фунгицидной, антимикробной активности). В связи с этим синтез новых производных на основе 1,2,4-триазинов является актуальной задачей имеющей как теоретическое так и практическое значение.

В качестве исходного соединения выбран 4-амино-6-*трет*-бутил-3-тиоксо-5-оксо-2Н-1,2,4-триазин (1). Соединение 1 получали окислением пинаколина в водной щелочи перманганатом калия до калиевой соли триметилпировиноградной кислоты, которую из реакционной среды не выделяли и использовали в дальнейшем для конденсации с тиокарбгидразидом в водной щелочи при кипячении. Соединение 1 выделяли подкислением реакционной смеси разбавленной соляной кислотой до pH 7. Метилирование соединения 1 йодистым метилом в водно-спиртовом растворе щёлочи при комнатной температуре приводит к 4-амино-6-*трет*-бутил-3-метилмеркапто-5-оксо-1,2,4-триазину (2).

Ацилирование по аминогруппе соединения 2 происходит при кипячении его с хлористым бензоилом в среде этилацетата и интенсивном перемешивании для повышения выхода продукта реакции. Выделен (6-*трет*-бутил-3-метилмеркапто-5-оксо-1,2,4-триазин-4-ил)бензамид (3), представляющий собой белое кристаллическое вещество с температурой плавления 167-168 °С.

Гидразинолиз (6-*трет*-бутил-3-метилмеркапто-5-оксо-1,2,4-триазин-4-ил)бензамида (3) с избытком 84 % гидразингидрата в среде пропанола-2 приводит к 1,2,4,5-тетразоло[3,4-с]1,2,4-триазину (4). Кипячение при интенсивном перемешивании вели в течении 10 часов. Продукт представляет собой желтое кристаллическое вещество с температурой плавления 229-230 °С. Соединение не растворимо в воде, хлорбензоле, пропаноле-2.

Строение синтезированных соединений установлено на основании данных элементного анализа, ИК-, ЯМР ¹Н-, масс-спектрометрии.

РАСЧЁТ КОНЦЕНТРАЦИЙ РАСТВОРОВ АЗОТНОЙ КИСЛОТЫ

Лебедев С.Ю., доцент; Рязанцева В.Н., студентка

Во многих областях науки, промышленности, производстве сельхозпродукции, продуктов питания, медицине используют растворы кислот и оснований различных концентраций. Традиционной методикой определения концентрации раствора является ареометрический способ, который заключается в определении плотности раствора с помощью набора ареометров и расчёте концентрации по справочным таблицам. Часто измеренное ареометром значение плотности раствора отсутствует в таблице. В этом случае, используя метод интерполяции, рассчитывают значение концентрации раствора.

Современная компьютерная техника позволяет сделать процесс расчета концентраций растворов более удобным, а, главное, более точным. В данной работе предлагается способ расчёта концентраций растворов азотной кислоты по формулам, полученным путём обработки имеющихся литературных данных по плотностям растворов.

Методика обработки литературных данных заключалась в следующем. Все имеющиеся данные [1 – 3] (в данном случае 214 точек), связывающие плотность раствора (ρ) и его молярную концентрацию (C) представляли в виде графика $C = f(\rho)$. Далее подбирали вид линии тренда и её качество оценивали с помощью коэффициента корреляции R^2 . В идеальном случае этот коэффициент должен быть равен единице.

Нами установлено, что лучшим уравнением, описывающим зависимость молярной концентрации от плотности, является полином вида $C = a \cdot \rho^2 + b \cdot \rho + d$. Большое количество членов полинома усложняет зависимость, меньшее – делает её менее точной.

Однако очевидным является то, что одним уравнением нельзя точно описать всю область концентраций, так как на отдельных участках наблюдается отклонение от монотонности. Поэтому мы выделили несколько участков, на каждом из которых зависимость $C = f(\rho)$ описывается максимально точно. В таблице 1 приведены значения концентраций растворов азотной кислоты, рассчитанные по полученному нами уравнению для интервала плотностей 1,00 – 1,10 г/см³. Для оценки правильности применённого уравнения представлены табличные значения концентраций растворов.

Данные таблицы 1 показывают хорошее соответствие рассчитанных по полученному нами уравнению значений концентраций и имеющихся литературных данных, которые подвергались математической обработке.

Полученные аналогичным способом данные для других интервалов плотностей растворов азотной кислоты представлены в таблице 2.

Таблица 1 - Сравнение экспериментальных и рассчитанных значений концентраций растворов HNO_3

ρ , г/см ³	С, моль/л		ρ , г/см ³	С, моль/л	
	[1]	Расчёт		[1]	Расчёт
1,036	0,1593	0,1589	1,0543	1,673	1,673
1,091	0,3203	0,3216	1,0602	1,850	1,852
1,0146	0,4831	0,4846	1,0661	2,030	2,030
1,0201	0,6475	0,6480	1,0721	2,212	2,213
1,0256	0,8138	0,8118	1,0781	2,395	2,396
1,0312	0,9819	0,9790	1,0842	2,580	2,582
1,0369	1,152	1,150	1,0903	2,768	2,769
1,0427	1,324	1,324	1,0964	2,958	2,956
1,0485	1,498	1,498	1,1026	3,150	3,147

Таблица 2 - Данные для расчёта концентраций растворов азотной кислоты

Коэффициенты уравнения $C = a \cdot \rho^2 + b \cdot \rho + d$, моль/л			Интервал использования	R^2
a	b	d	ρ , г/см ³	
6,6018	16,2803	-22,8294	1,00 – 1,10	1,0000
9,2864	10,6943	-19,9307	1,10 – 1,20	1,0000
30,9326	-40,0556	9,7859	1,20 – 1,30	1,0000
70,6719	-142,9560	76,38,72	1,30 – 1,37	1,0000
146,2164	-349,0957	217,0188	1,37 – 1,44	1,0000
355,0117	-952,4604	652,9265	1,44 – 1,48	0,9999
694,1397	-1941,4568	1373,7941	1,48 – 1,49	0,9990
-	76,2198	-91,3065	1,50 – 1,52	0,9999

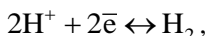
Список литературы

1. Лазарев А.И., Харламов И.П., Яковлев П.Я., Яковлева Е.Ф. Справочник химика-аналитика. – М.: Металлургия, 1976. – 184 с.
2. Рабинович В.А., Хавин З.Я. Краткий химический справочник. – Л: Химия, 1977. – 376 с.
3. Лидин Р.А., Андреева Л.Л., Молочко В.А. Справочник по неорганической химии. – М: Химия, 1987. – 320 с.

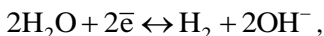
ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ АКТИВИРОВАННОЙ ВОДЫ

*Манжос А.П., доцент; Мамасуев В.С., студент;
Колесников Б.В., ученик, Александровская гимназия, г. Сумы*

Вода с отрицательным окислительно-восстановительным потенциалом (ОВП) и обладающая восстановительными свойствами обычно называется "активированной". Основной технологией получения такой воды является электролиз. Принято считать, что процессы, приводящие к снижению ОВП, происходят в области границы с поверхностью электродов, где возможны большие напряженности электрического поля. В процессе электролиза на катоде образуется молекулярный водород, который является восстановителем. Поэтому естественно предположить, что отрицательное значение ОВП католита обусловлено растворением водорода в воде. При анализе процесса в качестве механизма действия водорода рассматривалась реакция



стандартный потенциал которой относительно стандартного водородного электрода при рН=7 составляет минус 414 мВ. В данной работе показано, что при насыщении воды водородом (концентрация $\sim 8 \cdot 10^{-4}$ моль/л) значения ОВП могут составлять минус (500 ÷ 700) мВ. Реакцией, которая обеспечит такой потенциал, можно рассматривать процесс



для которого стандартный потенциал относительно с.в.э. составляет минус 828 мВ. Таким образом, величина ОВП, достижимая при электролизе, может быть объяснена растворением водорода и диффузией его по всему объему жидкости.

Вода и другие напитки, поступающие в организм, тоже имеют свой окислительно-восстановительный потенциал. От его значения зависит процесс усвояемости этой жидкости. Чем больше разница потенциалов потребляемой жидкости и внутренней среды организма, тем больше затрат требуется организму, чтобы сделать эту жидкость своей, приблизить ее состав к родной водной среде. В результате этой работы собственные жидкости организма теряют свои свободные электроны и создают угрозу для работы органов. А ведь обычная очищенная водопроводная вода содержит около +400 мВ. Представляете, сколько сил надо затратить клеткам организма, чтобы преодолеть этот барьер от +400 до -70мВ? И сколько разрушительных окислительных реакций произойдет в организме за это время? Получается, что когда мы пьем чистую отфильтрованную воду и удовлетворяем жажду, то получаем удовольствие, а наш организм вынужден перерабатывать эту воду, теряя свои силы и незаметно, но верно изнашиваясь.

Почему горцы живут очень долго? Дышат чистым воздухом, едят экологически чистую пищу, но, самое главное, пьют воду из горных источников, ОВП которой всего +30... +70 мВ. Эта разница потенциалов не существенна для организма, поэтому он долго сохраняет свои резервы и не тратит их впустую как в нашем случае.

К самым близким по ОВП жидкостям для организма относится свежее выжатый сок из фруктов и овощей, сорванных прямо с грядки. Его ОВП составляет от +30 до +50 мВ.

Уже после суток хранения плодов ОВП свежевыжатого сока падает до +50... +100 мВ.

Вода же, даже дистиллированная и так называемая «родниковая», то есть из бутылок, содержит от +300 до +450 мВ.

Лимонады, кока-кола, пиво, квас и другие популярные в народе жидкости имеют и вовсе «недосягаемую» для организма положительную величину ОВП. Эти напитки губительно действуют на окислительно-восстановительный потенциал, подвергая разрушению клетки и нарушая работу жизненно важных органов. Это происходит потому, что на преодоление разницы потенциалов уходит почти вся жизненная энергия организма. Ее недостаток человек восполняет с пищей (как правило, окисленной) и новыми порциями тех же напитков. И возникает порочный круг, в ходе которого организм все больше стареет и изнашивается, а человек приобретает все новые и новые болезни.

Чтобы замедлить механизм старения организма и даже повернуть его вспять, необходимо, чтобы в кровь и другие физиологические жидкости поступала вода, близкая по своему потенциалу к родной физиологической среде организма, то есть вода с отрицательным окислительным потенциалом. Этой водой является живая вода, полученная в процессе электролиза. Многочисленными исследованиями доказано, что активированная вода обладает не только защитными, но и восстановительными свойствами. Окислительно-восстановительный потенциал живой воды имеет отрицательные значения, близкие к потенциалу водной среды организма. Она становится «электролитом», который быстро взаимодействует с жидкостями организма (желудочным соком, кровью, лимфой, межклеточной жидкостью и др.).

Поэтому, поступая в организм, активированная вода создает условия для восстановления пораженных клеток и защиты здоровых клеток от окислителей. Она сохраняет жизненную энергию человека и омолаживает организм. Люди, употребляющие эту воду, не только избавляются от застарелых хворей, но и возвращают себе былую молодость. И это не чудеса, а доказанное научное явление.

Живая вода используется в качестве питьевой воды во многих странах – в Японии, США, Канаде, Германии, Южной Корее и России. Благодаря своему отрицательному окислительно-восстановительному потенциалу она является сильнейшим антиоксидантом.

ІНКОРПОРАЦІЯ ЙОНІВ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У СТРУКТУРУ ГЛИНИСТИХ МІНЕРАЛІВ

Марченко Л.І. доцент; Аблеев О.Г., аспірант

Сумська область займає 5-6 місце за кількістю утворених шкідливих відходів I-IV класу небезпечності, які містять і важкі метали. Найпотужнішими посточальниками гальваношламів в області є ВАТ «СМНВО ім. М.В. Фрунзе» (м. Суми) і ВАТ «Нафтопромаш» (м. Охтирка).

З метою вивчення можливості використання місцевих глин Сумської області в якості доступних адсорбентів для очищення стоків від йонів нікелю було проведено ряд досліджень, під час яких встановлені оптимальні режимні параметри: співвідношення твердої та рідкої фази 1:20; тривалість контакту адсорбенту з розчином не перевищує 30-40хв.; інтервал досліджених концентрацій вмісту катіону Ni^{2+} у реальних стоках.

Одержані результати, що показують залежність адсорбційної здатності (Г) різних видів глинистих мінералів від концентрації йонів Ni^{2+} в модельному розчині, наведені в таблиці.

Таблиця – Адсорбційна ємність глинистих мінералів відносно поглинання йонів Ni^{2+} залежно від концентрації модельних розчинів

Адсорбент 1		Адсорбент 2	
Рівноважна концентрація у фільтраті $C_{Ni^{2+}}$, моль-екв/л	Показник адсорбції Г, ммоль/г	Рівноважна концентрація у фільтраті $C_{Ni^{2+}}$, моль-екв/л	Показник адсорбції Г, ммоль/г
0,27	1,05	0,32	0,55
0,15	0,50	0,19	0,10
0,1	0,25	0,117	0,08
0,04	0,026	0,045	0,01
0,017	0,023	0,022	0,006

Аналіз одержаних результатів доводить, що процес адсорбції глинистими матеріалами йонів Ni^{2+} має неоднозначний характер, що зумовлюється у першу чергу складом глинистих мінералів.

Відомо, що для запобігання забруднення підземних і поверхневих вод у ряді випадків влучним є використання методів, заснованих на створенні техногенних геохімічних бар'єрів. Тому важливим завданням роботи було не тільки встановлення адсорбційної здатності глин та ефективності процесів поглинання йонів Ni^{2+} , але і визначення ступеню входження йонів у структуру глинистих мінералів. Як показали проведені дослідження, вся кількість адсорбованих йонів Ni^{2+} нерухомо зв'язується з глинистою структурою. Це дає підставу впевнено стверджувати, що йони нікелю надійно затримуються у структурі мінералів. Таким чином, здатність глин поглинати і утримувати йони важких металів дозволяє використовувати їх в якості природних геохімічних бар'єрів.

АНАЛІЗ СТРУКТУРИ ГЛИНИСТИХ МІНЕРАЛІВ СУМЩИНИ ЯК СОРБЕНТІВ У ТЕХНОЛОГІЯХ ОЧИЩЕННЯ СТОКІВ

Большаніна С.Б., доцент; Мамай Ю.В., студент

Для вивчення можливості застосування місцевих природних мінералів для очищування промислових стоків, забруднених йонами Ni^{2+} , досліджувалися глинисті утворення з різних регіонів Сумської області, серед яких було обрано два сорти, що найбільш відрізнялися як за хімічним, так і за мінералогічним складом.

Адсорбційні властивості глинистих порід визначаються здебільшого кристалохімічними особливостями мінералів. З метою визначення фазового складу досліджуваних зразків проводили рентгенофазовий аналіз на рентгенівському дифрактометрі ДРОН-1-УМ у кобальтовому $K\alpha$ -випромінюванні із швидкістю 1 град/хв. Дифрактограми вказаних зразків наведені на рисунку.

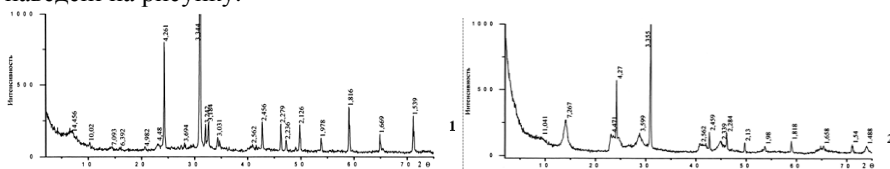


Рисунок – Дифрактограми природних глинистих мінералів: ліворуч – адсорбент 1; праворуч – адсорбент 2

Дифрактограми свідчать, що адсорбент 1 містить смектитові мінерали (серія рефлексів (d/n 14,983; 14,662; 14,456; 4,982; 4,48; 4,471). Адсорбент 2 характеризується вмістом мінералу каолініту (d/n 7,319; 7,267; 7,093; 4,471; 3,599; 2,562; 2,339; 1,981; 1,658; 1,54; 1,488). Крім зазначених мінералів, у глинах у великій кількості зустрічаються α -кварц, гідролуди, польові шпати, доломіт, кальцит, змішано-шарові силікати, які практично не беруть участі в процесах адсорбції.

Наявність у глинистих утвореннях смектитових мінералів (адсорбент 1) забезпечують високу здатність до процесів сорбції. До складу іншої місцевої глини (адсорбент 2) значною мірою входять шаруваті силікати з жорсткою кристалічною структурою, до якої належить каолініт. Для таких структур характерна тільки зовнішня адсорбуюча поверхня.

Із одержаних експериментальних даних щодо адсорбції йонів нікелю на вказаних сорбентах випливає, що найкращими адсорбційними властивостями відрізняється адсорбент 1 (ефективність не перевищує 31%). Ефективність другого сорбенту вдвічі нижче. На основі проведених досліджень теоретично обґрунтована та практично підтверджена можливість використання у якості сорбентів місцевих глинистих мінералів із вмістом смектитових мінералів.

ВИЗНАЧЕННЯ ТЕОРЕТИЧНИХ КОНСТАНТ В РІВНЯННЯХ ІЗОТЕРМ СОРБЦІЇ ІОНІВ НІКЕЛЮ

Большаніна С.Б., доцент; Балабуха Д.С., студент

Термін "важкі метали", характеризує широку групу забруднюючих речовин, що містять елементи - метали з масою більше 50 а.о.м. Нікель та його сполуки - другий, за значимістю впливу на живі організми, компонент промислових відходів і один з найбільш небезпечних серед важких металів забруднювачів навколишнього середовища.

Для визначення адсорбційних властивостей глинистих мінералів до поглинання іонів Ni^{2+} з розчинів різних концентрацій готували модельні розчини які містили іонів Ni^{2+} від 0,25 г-екв./л до 5 г-екв./л. Визначення вмісту іонів Ni^{2+} проводили за однакових температурних умов (20 °C) методом комплексонометричного титрування.

Для опису експериментальних даних застосовували рівняння ізотерми Фрейндліха: $a = \beta c^{1/n}$, де β і $1/n$ – відповідні емпіричні коефіцієнти. Для їх знаходження будували ізотерми адсорбції Ni^{2+} на різних зразках глин в логарифмічній залежності $lg\Gamma(lgC)$. При логарифмуванні рівняння Фрейндліха маємо: $lg\Gamma = lg\beta + 1/n lgC$. Для кожної ізотерми додавали лінію тренда, та рівняння, що відповідає графіку, також знаходили кореляційний коефіцієнт апроксимації R^2 .

Таблиця - Коефіцієнти в рівнянні Фрейндліха, та кореляційний коефіцієнт R , що характеризують процеси сорбції іонів Ni^{2+} на природних глинистих мінералах.

Зразок адсорбенту	Коефіцієнти в рівнянні Фрейндліха		
	$lg\beta$	$1/n$	R
Адсорбент 1	0,3022	0,83	0,94
Адсорбент 2	0,9223	0,7	0,88

Незважаючи на те, що рівняння Фрейндліха носить емпіричний характер і не містить чіткого фізичного змісту, але в ряду узагальнюючих робіт по фізичній хімії природних мінералів показано, що саме рівняння Фрейндліха доцільно застосовувати для характеристики сорбційних процесів. Це пов'язано з суттєвою енергетичною неоднорідністю поверхневих сорбційних центрів. Мірою енергетичної неоднорідності поверхні є коефіцієнт $1/n$: чим ближче значення даного коефіцієнта до одиниці, тим більш однорідною є поверхня. Аналіз коефіцієнтів $1/n$ в рівняння Фрейндліха (таблиця) дає можливість говорити про неоднорідність поверхонь при переході від зразка адсорбенту №1 до адсорбенту №2. Це приводить в значній мірі до погіршення адсорбційних властивостей у адсорбенту №2. Даний факт підтверджується як на простих ізотермах де крива ізотерми для адсорбенту 2 займає значно нижче положення порівняно із адсорбентом 1.

ОДЕРЖАННЯ МЕТАЛІЗОВАНИХ НАНОСТРУКТУР ХІМІЧНИМИ МЕТОДАМИ

Большаніна С.Б., доцент; Чуйко В.П., інженер

В останні десятиліття хімічний спосіб нанесення металевих покриттів знаходить застосування для металізації діелектриків, надаючи поверхні електропровідні властивості. Крім того одержання декоративно оформлених виробів з пластмас, та інших полімерних матеріалів дозволяє знайти заміну металам, склу та ін.

Метод хімічного відновлення (хімічна металізація) полягає в тому, що металеві покриття отримують в результаті відновлення іонів металу з водних розчинів, що містять відновник. Для перебігу даної реакції необхідною умовою є її авто каталітичний характер. Як відомо автокаталіз - процес каталітичного прискорення хімічної реакції одним з її продуктів. Це означає, що метал, що утворився в результаті хімічного відновлення з розчину, каталізує надалі реакцію окислення відновника. Здатність до автокаталізу мають далеко не всі метали, серед них: нікель, кобальт, залізо, мідь, срібло, золото, паладій, родій, рутеній, платина, олово, свинець, індій. У відсутності автокаталізу відновлення металу буде відбуватися в об'ємі розчину, але це не дасть можливості одержати покриття.

Для отримання покриття у вигляді суцільного шару необхідно щоб різниця в окисно-відновних потенціалах окислювача и відновника не була дуже великою, інакше відновлення буде відбудеться швидко з утворенням дрібно дисперсного порошку металу.

Мета роботи полягала в проведенні досліджень, що дозволять одержати якісне металеве покриття на різних поверхнях, при значній швидкості процесу.

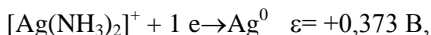
В даній роботі нами розглядалися окисно-відновні реакції в яких відновниками були розчини глюкози та формаліну, а окисником комплексні сполуки Аргентуму. Процес окиснення для даної системи в загальному вигляді має вигляд:



Величина потенціалу данного процесу при стандартних умовах залежить від рН відповідно до рівняння:

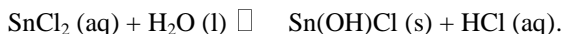
$$\varepsilon = +0,32 - 0,12 \text{ рН}$$

В якості окисника, що містить осаджувальний метал, використовували аміачні комплекси срібла різної концентрації. Окисно-відновний потенціал даної реакції становив:

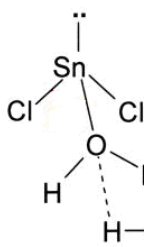


Щоб запобігти швидкому протікання реакції до складу розчинів вводять ліганди, які не тільки зміщують редокс пару: іон металу - метал у більш негативну область, але і запобігають утворенню гідроксидів металів у лужному середовищі.

Розглянемо процес автокаталітичного осадження срібла в присутності відновника глюкози. Для початкової стадії відновлення металу необхідно, щоб поверхня виявляла каталітичні властивості по відношенню до цієї реакції. Тому для надання каталітичних властивостей поверхні її піддають спеціальній обробці - активації. Існують різні способи активації, сутність яких полягає в нанесенні металу-каталізатора на поверхню. Найефективнішим способом сенсibiliзування є обробка поверхні в розчині SnCl_2 . Аналіз результатів досліджень показав, що в розчині хлориду олова на поверхні скла утворюється шар з підвищеною концентрацією цієї солі. Під час промивання зразка у воді сіль олова піддається гідролізу згідно з такими рівняннями:

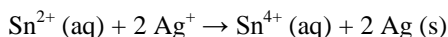


Однак приєднання сполук олова до поверхні відбувається не при безпосереднім контакті розчину SnCl_2 з оброблюваною поверхнею, а при наступним за цим промиванням водою.



Мало розчинні продукти, що утворилися при цьому містять осідають на поверхню, утворюючи шар незначної товщини (до декількох нанометрів). При цьому збільшення кислотності розчинів і зменшення концентрації солі знижують кількість продуктів гідролізу. Ефективність сенсibiliзації можна оцінити по крайовій кутку змочування поверхні. При сприятливому процесі кут змінюється з 100^0 до 15^0 .

Механізм реакції хімічного сріблення можна представити таким чином. Продукти сенсibiliзації, що містять Sn^{2+} ($\epsilon = +0.15 \text{ В Sn}^{2+} - 2e = \text{Sn}^{4+}$), і залишилися на поверхні відновлюють іони срібла з розчину на поверхні, яку обробляють:



Частинки срібла, що утворилися самі каналізують подальше відновлення і осадання срібла на поверхні об'єкта. Таким чином хімічне відновлення срібла протікає на двох каталізаторах: Sn^{2+} і $\text{Ag} (\text{s})$.

В результаті проведених випробувань одержані металічні плівки на різних поверхнях. Товщина одержаних плівок коливалася в межах від 20 до 40 нм залежно від концентрації аміачних комплексів срібла.

Таким чином проведені дослідження дозволяють одержати якісне металеве покриття на різних поверхнях, при значній швидкості процесу, що забезпечують сенсibiliзація поверхні сполуками Sn^{2+} .

ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ИОНОВ ЖЕЛЕЗА В ПРИРОДНОЙ ВОДЕ

*Воробьёва И.Г., доцент; Малёвана И.А., студент;
Мужиченко И.О., студент*

Главными источниками соединений железа в природных водах являются процессы химического выветривания и растворения горных пород. Железо реагирует с содержащимися в природных водах минеральными и органическими веществами, образуя сложный комплекс соединений, находящихся в воде в растворенном, коллоидном и взвешенном состоянии. Значительные количества железа поступают с подземным стоком и со сточными водами предприятий металлургической, металлообрабатывающей, текстильной, лакокрасочной промышленности и с сельскохозяйственными стоками. В питьевой воде железо может присутствовать также вследствие применения на муниципальных станциях очистки воды железосодержащих коагулянтов, либо из-за коррозии "черных" (изготовленных из чугуна или стали) водопроводных труб.

Содержание железа в поверхностных пресных водах составляет десятые доли миллиграмма. Основной его формой в поверхностных водах являются комплексные соединения трехвалентных ионов железа с растворенными неорганическими и органическими соединениями, главным образом с солями гуминовых кислот - гуматами. Поэтому повышенное содержание железа наблюдается в болотных водах (единицы миллиграммов), где концентрация гумусовых веществ достаточно велика. При $pH=8.0$ основной формой железа в воде является гидрат оксида железа $Fe(OH)_3$, находящийся во взвешенной коллоидной форме. Наибольшие же концентрации железа (до нескольких десятков миллиграмм в 1 дм^3) наблюдаются в подземных водах с низкими значениями pH и с низким содержанием растворенного кислорода, а в районах залегания сульфатных руд и зонах молодого вулканизма концентрации железа могут достигать даже сотен миллиграммов в 1 литре воды. В подземных водах железо присутствует в основном в растворенном двухвалентном виде. Трехвалентное железо при определенных условиях также может присутствовать в воде в растворенном виде как в форме неорганических солей (например, сульфатов), так и в составе растворимых органических комплексов.

Содержащая железо вода (особенно подземная) даже при непродолжительном контакте с кислородом воздуха имеет желтовато-бурю окраску. Уже при концентрациях железа выше 0.3 мг/л такая вода способна вызвать появление ржавых потеков на сантехнике и пятен на белье при стирке. При содержании железа выше 1 мг/л вода становится мутной, окрашивается в желто-бурый цвет, у нее ощущается характерный металлический привкус. Присутствие в потребляемой воде железа во многих производствах негативно сказывается на качестве производимого продукта, а

также приводит к образованию ржаво-карбонатных отложений и способствует размножению железобактерий, которые обуславливают обрастание стенок гидротехнических сооружений, вплоть до полного зарастания всей внутренней поверхности, что сопровождается потерей напора воды. Помимо этого, содержание железа стимулирует протекания коррозионных процессов в стальных и металлических сооружениях и трубопроводах, теплообменных аппаратах, что снижает эффективность их работы, срок эксплуатации и приводит к различным нарушениям в их работе. Для многих отраслей промышленности допустимое содержание железа в воде не должно превышать 0,05 мг/л. В быту ржавая вода непригодна для приготовления ряда продуктов: соков, компотов, кваса и др. Санитарно-эпидемиологические нормы ограничивают концентрацию железа в питьевой воде до 0,3 мг/л. Длительное употребление человеком воды с повышенным содержанием железа приводит к заболеваниям печени, почек, увеличивает риск инфарктов, негативно влияет на репродуктивную функцию организма. Повышенное содержание железа в природных водоемах способствует заболеванию взрослых особей и гибели мальков рыбы. В общем объеме воды, подаваемой для хозяйственных нужд, 31 % приходится на долю подземных вод. При использовании этих вод наиболее часто возникает необходимость их обезжелезивания. Таким образом, все вышеизложенное указывает на необходимость исследования содержания ионов железа в природных водах и водопроводной воде с дальнейшей разработкой методов обезжелезивания воды в случае необходимости.

Для определения железа общего и железа (III) в неокрашенных и слабоокрашенных поверхностных и очищенных сточных водах в диапазоне концентраций 0,4 - 9 мг/дм³ для Fe (III) и 0,2 - 9 мг/дм³ для Fe общего использовали фотоколориметрический метод. Метод основан на том, что сульфосалициловая кислота или ее натриевая соль образуют с солями железа окрашенные комплексные соединения, причем в слабокислой среде сульфосалициловая кислота реагирует только с солями железа (III) (красное окрашивание), а в слабощелочной среде - с солями железа (III) и железа (II) (желтое окрашивание). Ход определения. Последовательно в шесть мерных колб помещают 0, 2, 4, 6, 8, 10 см³ стандартного раствора железозамонийных квасцов. Добавляют в каждую колбу по 3 см³ сульфосалициловой кислоты 1 см³ серной кислоты и доводят до метки дистиллированной кислотой, перемешивают. Получают серию стандартных растворов красно-фиолетового окрашивания. Оптическую плотность раствора измеряют при длине волны 540 нм. По полученным данным строят градуировочный график. 25 см³ исследуемой воды помещают в мерную колбу объемом 50 см³, добавляют 3 см³ сульфосалициловой кислоты 1 см³ серной кислоты и доводят до метки дистиллированной кислотой, перемешивают. Измеряют оптическую плотность раствора и по графику определяют концентрацию иона железа (III) в растворе. На основе проведенных экспериментов были сделаны выводы о количественном содержании железа в исследуемых образцах воды.

ЗАСТОСУВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ РЕАКЦІЙ ДЛЯ ДОБУВАННЯ ЧИСТИХ МЕТАЛІВ

*Лицман Ю.В., доцент; Мут О.В., студент;
Остапенко Ю.В., студент*

Необхідність отримання чистих металів виникла тільки з середини 20 століття. Вона зумовлена розвитком нових напрямів у техніці: атомній енергетиці і необхідності отримання чистих паливних і конструкційних матеріалів, які не містять шкідливих домішок і мають здатність до поглинання нейтронів; радіоелектроніці та обчислювальній техніці, у матеріалах яких небажана наявність домішок, що змінюють тип провідності напівпровідника; реактивній авіації і космічній техніці, для потреб яких необхідні жаростійкі і жароміцні сплави, що можна добути з чистих тугоплавких металів; порошкочерметалургії, що потребує порошоків з чистих металів і сплавів; отриманні композиційних матеріалів на металічній основі тощо.

В залежності від сумарної атомної частки домішок (від 10^{-1} до $10^{-10}\%$) розрізняють десять класів чистоти речовин. Вартість матеріалів істотно зростає зі збільшенням ступеня їх очищення.

Всі методи очищення металів поділяють на хімічні та фізико-хімічні. В якості хімічного методу очищення металів використовують транспортні реакції. Транспортними називають оборотні гетерогенні хімічні реакції, що супроводжуються переносом вихідної твердої або рідкої речовини з однієї температурної зони до іншої внаслідок утворення проміжної газоподібної речовини. У загальному вигляді транспортну реакцію можна представити такою схемою:



Процеси відбуваються в герметичних апаратах, які мають дві температурні зони ($t_2 > t_1$). Внаслідок реакції твердої або рідкої речовини В з газом Ду зони 1 за температури t_1 утворюються газоподібні продукти реакції ($L(z), mM(z)$ та ін.), які транспортуються у зону 2, де за температури t_2 відбувається їх розкладання з утворенням твердої (рідкої) фази речовини В і газоподібної речовини D.

Очищення металів здійснюється, за допомогою трьох видів транспортних реакцій а саме: обмінної оборотної ендотермічної реакції з утворенням стійких газоподібних сполук; реакції утворення летких нестійких субсполук з подальшим їх розкладанням; реакцій синтезу і термічної дисоціації летких сполук.

Таким чином, в наш час за допомогою транспортних реакцій можна отримати багато чистих металів, наприклад: *Al, Be, Ni, Zr, Ti, Hf, Ta, Nb*.

ПОСЛЕДСТВИЯ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АВАРИИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛОРУСЬ

Дыченко Т.В., ст. преподаватель; Огернич А.В., студент

Выпадение радионуклеидов (йода, стронция, трансураниевых элементов) вследствие чернобыльской аварии создало сложную радиационно-экологическую обстановку на значительных территориях Республики Беларусь. На этих территориях радионуклиды присутствуют практически во всех компонентах экосистем, вовлечены в геохимические и трофические циклы миграции и приводят к облучению населения.

В послеварийный период доза внешнего облучения населения снижалась в основном в результате физического распада и заглупления радионуклидов в почву. В последние годы преобладающий вклад в формирование доз облучения вносит внутреннее облучение за счет потребления загрязненной радионуклидами пищи.

За прошедшие после аварии годы основной частью населения уже получено 80% дозы, ожидаемой за всю жизнь. Однако у родившихся после 1990 года формирование доз облучения будет продолжаться в течении всей предстоящей жизни, за счет как внешнего, так и внутреннего облучения.

В результате воздействия радионуклидов йода-131 на раннем этапе аварии с 1990 г начал регистрироваться рост заболеваний раком щитовидной железы, особенно среди детей. По сравнению с доаварийным периодом количество случаев рака щитовидной железы после Чернобыльской аварии возросло среди детей в 33,6 раза, среди взрослых в зависимости от возрастных групп – в 2,5-7 раз.

Наибольшее число рака щитовидной железы выявляется среди жителей Гомельской и Брестской областей. По прогнозам ученых, в течении 50 лет после аварии среди жителей Беларуси возможно развитие около 15 тыс. случаев рака щитовидной железы. Для некоторых наиболее облученных категорий пострадавших отмечаются тенденции возрастания частоты других онкологических заболеваний. Наблюдается увеличение и неонкологических заболеваний (болезни эндокринной системы, сердечно-сосудистые заболевания, психоневрологические расстройства и др.)

Продолжающееся в настоящее время радиационное воздействие на жителей, более чем на 90% обусловлено долгоживущими радионуклидами цезия. У населения, проживающего на территории с плотностью загрязнения цезием-137 более 555 кБК/м², отмечено возрастание частоты некоторых врожденных пороков развития. Частота рождения детей и плодов с врожденными пороками развития увеличилась с 5,58% в доаварийный период до 9,38% в 2001-2004 гг.

Не все эффекты облучения еще проявились в полной мере вследствие более длительного латентного периода и хронического характера облучения с малой мощностью дозы.

БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ПРОВИНЦИИ МОНГОЛИИ И АЗЕРБАЙДЖАНА

*Дыченко Т.В., ст. преподаватель; Даваасурен Хулан, студент;
Мамедова Парвана, студент*

Поверхность земли неоднородна по химическому составу. Растения и животные, а также и человек, находящиеся на территории различных зон, используют неодинаковые по химическому составу питательные вещества и характеризуются определенным химическим элементным составом. Такие зоны называются биогеохимическими провинциями. Различают два рода провинций – естественные и техногенные.

Установлено, что в некоторых биогеохимических провинциях бывает избыток или недостаток определенных микроэлементов, не обеспечивается сбалансированное минеральное питание организма, что приводит к возникновению эндемических заболеваний.

При гипомикроэлементозах – заболеваниях, вызванных дефицитом микроэлементов, возникают болезни недостаточности. На территории Монголии (преобладают степи) и Азербайджана (горные районы) можно выделить биогеохимические провинции с недостатком йода, что приводит к нарушению работы щитовидной железы – эндемическому зобу. В результате нарушается обмен веществ, замедляется рост. В отдельных случаях эндемический зоб может привести к глухоте, к кретинизму. В Монголии также можно выделить зоны с недостатком цинка, что приводит к болезням кожи, замедлению роста, замедлению сексуального созревания, и с недостатком селена – к мускульной (сердечной) слабости.

Техногенные биогеохимические провинции возникают в результате деятельности человека (разработки рудных месторождений, выбросов металлургической и химической промышленности, применения удобрений в сельском хозяйстве).

В Азербайджане (Гедабеке) в 2009 г. открыли завод по переработке золота, серебра и меди, что также может привести к изменению химического состава почв, воды, живых организмов, как это уже произошло в Монголии. Так область г. Дархан Хангор (Монголия) можно отнести к зоне с очень высокой степенью экологического неблагополучия. В результате добычи золота с 2006 г. в почве, воде, растениях наблюдается повышенное содержание цианидов и соединений ртути. Это привело к массовой гибели овец и к эндемическим заболеваниям людей. Соединения ртути высоко токсичны, они поражают нервную систему человека, вызывают изменения со стороны слизистой оболочки, нарушение двигательной функции и секреции желудочно-кишечного тракта, изменение в крови и др. К сильным ядам относятся и соли синильной кислоты, которые вызывают головокружение, учащенное дыхание, сердцебиение. При остром отравлении – наступает паралич дыхания и смерть.

**ТЕХНОЛОГІЯ
МАШИНОБУДУВАННЯ**

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТОЧНОСТИ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ ДЕТАЛЕЙ НА ОТДЕЛОЧНЫХ ОПЕРАЦИЯХ

Голубков В.И., магистрант; Акилов А.И., доцент

Одним из основных резервов повышения надежности машин является обеспечение геометрической и размерной точности деталей при механической обработке. В металлообработке эта задача решается применением высокоточных станков и разработкой специальных технологических приемов. При этом применяется два принципиально разных подхода. Первый подход предусматривает обеспечение точности детали за счет ужесточения межоперационных допусков на размеры и форму детали, а финишные операции применяют только для снижения шероховатости поверхности. При втором подходе допускается существенное расширение допусков на промежуточных операциях, а заданную точность и качество поверхности обеспечивают на финишных операциях. Второй подход является менее затратным. Он может быть реализован применением способа ударно-циклического суперфиниширования, обеспечивающего размерную обработку абразивными брусками.

На кафедре ТМСИ накоплен большой опыт применения этого способа. Проведено обоснование эффекта исправления погрешности формы с использованием теории упругости. В основу расчетов положено перераспределение давления брусков на обрабатываемую поверхность под действием исходной погрешности. Для системы из трех брусков справедливо равенство:

$$\frac{P_1}{V_{r1}} = \frac{P_2}{V_{r2}} = \frac{P_3}{V_{r3}} = -k,$$

где P_1, P_2, P_3 - приращение силы давления брусков под действием упругих смещений V_{r1}, V_{r2}, V_{r3} ; k - коэффициент упругости. Задавая одно смещение можно определить остальные. Тогда:

$$P_1 = \frac{V_{r1}}{V_{r3}} \cdot P_3; P_2 = \frac{V_{r2}}{V_{r3}} \cdot P_3; P_3 = -k \cdot V_{r3}.$$

При этом форма поперечного сечения детали описывалась уравнением эллипса, а силы P_1, P_2, P_3 направлены к центру диска и после деформации находятся на окружности.

Размерное суперфиниширование позволяет определить общий припуск на операцию с учетом исправления формы.

$$2z_i = \frac{A_{уч} - A_{кон}}{K \cdot q} + 2[(Rz)_{i-1} + h_{i-1}]$$

K – приведенная жесткость технологической системы; q - коэффициент изменения производительности от изменения давления брусков.

ПРИСПОСОБЛЕНИЕ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ РЕЛЬС НА ПРОДОЛЬНО-ФРЕЗЕРНОЙ ОПЕРАЦИИ

Зимин М.А., студент; Савчук В.И., доцент

Анализ технологического процесса обработки железнодорожных рельс показал, что одной из больших по времени операций является продольно-фрезерная. На этой операции обеспечивается основная точность размеров и шероховатость поверхностей головок остряков. Для установки рельс на рабочий стол станка используется конструкция приспособления, которая содержит узлы и механизмы для базирования и закрепления заготовок. Механизм закрепления заготовок имеет гидроцилиндры одностороннего действия со штоком, а также фиксирующие узлы, перемещаемые пружинами. Настройка, переустановка, выверка, закрепление, раскрепление заготовок выполняется ручным способом, что делает нерентабельной операцию из-за большого вспомогательного времени, приходющегося на выполнение названных приемов. Кроме того, при закреплении и раскреплении заготовок возникают некомпенсированные напряжения, повышается износ рабочих поверхностей прижимов из-за неодновременного срабатывания фиксирующих элементов. Использование большого количества резьбовых соединений в механизме закрепления увеличивает погрешность установки. Нами поставлена задача уменьшения времени на установку и внедрение автоматизированного закрепления заготовки.

Решение поставленной задачи достигается применением специального станочного приспособления для закрепления рельса. Механизм закрепления приспособления содержит опору, на которой размещен корпус с двумя Г-образными рычагами, перемещающихся под действием гибкой планки, закрепленной на нижних концах рычагов. Последние взаимодействуют с пневмокамерой и пружиной сжатия. Рычаги выполнены с шариковыми фиксаторами и специальными рифлениями на их верхних концах.

Приспособление работает под давлением сжатого воздуха, который действует на упругую мембрану. Последняя прогибается вниз и приводит к осевому перемещению гибкой планки и сжатию пружины. При этом рычаги, соединенные гибкой планкой, закрепляют через подошву корня заготовку рельса. После снятия давления упругая мембрана прогибается вверх, что приводит к осевому перемещению гибкой планки и разжатию пружины. Рычаги разжимают подошву корня заготовки рельса.

Приспособление обеспечивает одновременное закрепление заготовки рычагами с обеих сторон без использования резьбовых соединений, что позволит компенсировать напряжения, уменьшить износ рабочих поверхностей. Конструкция приспособления позволила уменьшить погрешность установки и время закрепления заготовки, а следовательно, повысить производительность продольно-фрезерной операции.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОЛИРОВАНИЯ ШАРОВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПРОБОК В СТАТИЧЕСКИ УПЛОТНЁННОЙ АБРАЗИВНОЙ СРЕДЕ

Шылов И.А., студент; Савчук В.И., доцент

В промышленности для отделочной обработки шаровых поверхностей пробок применяется метод полирования, который обязан обеспечить шероховатость $Ra=0,2-0,25$ мкм и точность формы в пределах 20-40 мкм. Метод полирования, где режущим инструментом могут являться абразивные эластичные круги, абразивные ленты, струя абразивной жидкости во вращающихся барабанах и вибрационных контейнерах не позволяет обеспечить указанные требования. В большинстве случаев применяемые способы обработки таких деталей имеют низкую производительность, не обеспечивают качественную обработку всех участков поверхностей, требуют использования дорогостоящих оборудования и инструментов, а также применения труда рабочих высокой квалификации.

Нами предложен способ для отделочной обработки пробок шаровых кранов из различных материалов в статически уплотнённой абразивной среде сжатым воздухом через эластичную оболочку. Способ реализуется специальным устройством, в котором обрабатываемые пробки устанавливаются во вращающиеся шпиндели и помещены в герметический корпус. Корпус имеет две эластичные, концентрически расположенные резиновые оболочки. Шпиндели с пробками помещены между оболочками в абразивном слое, выполняющего роль режущего инструмента. Обрабатывающей средой являются сухие или влажные абразивные порошки в уплотнённом и напряжённом состоянии. Уплотнённый абразивный слой создаётся сжатым воздухом, действующим на внешние поверхности эластичных оболочек. Режущий инструмент формируется автоматически из свободных абразивных частиц, которые находятся в составе суспензии, путём уплотнения их в слой или эластичный брусок. При этом абразивные частицы находятся в состоянии плотной упаковки и копируют форму обрабатываемой поверхности. Основу режущего инструмента составляют абразивные зёрна электрокорунда нормального марок 14А, 15А, а также электрокорунда белого марок 24А, 25А зернистостью от 125 мкм до М7.

Установлено, что параметрами, определяющими качество поверхности пробок, является давление, прикладываемое к эластичной оболочке камерного устройства, величина абразивных частиц и время обработки заготовок. Исследования показали, что независимо от размеров и конструкции шаровых поверхностей, марки материала из которого изготовлена пробка, требуемые чертежом шероховатость и точность формы поверхности обеспечиваются.

Проведенные эксперименты позволили разработать практические рекомендации по выбору технологических режимов обработки в зависимости от различных исходных условий.

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ОБРАБОТКИ ГЛУБОКИХ ОТВЕРСТИЙ

Качанова М.В., студент; Захаркин А.У., доцент

В современном машиностроении широко распространена обработка отверстий, которая по объему не уступает обработке наружных поверхностей.

Трудности обработки отверстий возрастают с увеличением их глубины, поэтому обработка глубоких отверстий ($c\ l/d > 5$) относится к числу наиболее сложных, трудоемких процессов, что обусловлено более тяжелыми условиями протекания процесса, малой жесткостью режущих инструментов.

Глубокое сверление является одной из наиболее сложных операций при обработке отверстия, его основное назначение – обеспечение требований по расположению оси глубокого отверстия и его прямолинейности.

Одним из дефектов, существенно проявляющихся при сверлении глубоких отверстий, является увод его оси.

На результирующий увод оси глубокого отверстия значительное влияние оказывает начальное смещение его оси.

В работе исследуются факторы, оказывающие наибольшее влияние на увод оси глубокого отверстия при сверлении (неуравновешенная радиальная сила, изгибная жесткость режущего инструмента, кинематическая схема сверления, длина обработки, режимы резания, величина начального смещения оси и др.).

В работе также исследована зависимость начального смещения оси отверстия при глубоком сверлении от следующих факторов: длина рабочей части сверла, зазор в кондукторной втулке (при ее наличии), расстояние от правого торца втулки до заготовки.

Результаты расчетов показали, что для повышения точности сверления глубоких отверстий, необходимо использовать кондукторную втулку, располагая ее как можно ближе к торцу обрабатываемой заготовки, радиальный зазор между сверлом и кондукторной втулкой должен быть минимальным. С увеличением длины рабочей части сверла величина начального увода оси отверстия возрастает (поскольку увеличивается вылет инструмента). С увеличением же диаметра сверла величина начального смещения оси отверстия уменьшается, что объясняется повышением жесткости сверла.

РАСЧЕТНО–АНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИПУСКОВ НА МЕХАНИЧЕСКУЮ ОБРАБОТКУ ЗАГОТОВОК

Лещенко С.С., студент; Евтухов В.Г., доцент

В современном машиностроении большинство заготовок подвергается механической обработке. Установление оптимальных величин припусков на обработку и технологических допусков на размеры заготовок по всем переходам является одной из основных задач, правильное решение которой имеет весьма существенное технико-экономическое значение.

В связи с широким распространением в современном производстве систем автоматизированной подготовки производства возникает необходимость в методе определения припусков, ориентированном на САПР ТП. На сегодняшний день существующие методы расчета припусков представлены опытно-статистическим, расчетно-аналитическим и интегрально-аналитическим методами. Основной недостаток опытно-статистического метода – существенно завышенные значения припусков. Расчетно-аналитический метод лишен этого недостатка и учитывает некоторые конкретные условия изготовления детали, однако, данный метод предполагает использование множества справочных таблиц для выбора данных. Интегрально-аналитический метод также требует использования большого количества формул, в зависимости от параметров обрабатываемой поверхности. В связи с этим представленные методы затрудняют процесс автоматизации расчетов на ЭВМ.

В работе были рассчитаны значения припусков на механическую обработку для различных интервалов размеров заготовок опытно-статистическим и расчетно-аналитическим способами. По полученным данным были построены графики распределения припусков в зависимости от стадии обработки заготовки. Анализ данных графиков показал, что припуски на обработку распределяются по экспонентной зависимости для всех интервалов размеров заготовок, независимо от способов получения заготовки (литые, штампованные заготовки, поковки) и методов ее обработки.

По виду полученных экспонентных кривых подобрано обобщенное эмпирическое уравнение, которое связывает значение общего припуска на обработку и качество точности детали. С помощью метода наименьших квадратов определены коэффициенты этого уравнения, учитывающие интервалы размеров заготовки и количество этапов их механической обработки. Использование данного уравнения при расчете припусков на механическую обработку позволяет отказаться от справочников и таблиц и имеет ряд преимуществ при автоматизации расчетов.

ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ОБРОБКИ НА ВЕРСТАТАХ З ЧПК

*Іванов В.О., асистент; Романенко І.В., магістрант;
Чеботарьова Н.С., магістрант*

Висока вартість сучасного металорізального обладнання визначає необхідність підвищення продуктивності обробки деталей. В умовах багатонаменклатурного виробництва ефективним способом підвищення продуктивності роботи верстата є концентрація технологічних переходів, яка реалізується за рахунок застосування технологічної оснастки з високим ступенем гнучкості. Концентрація технологічних процесів сприяє скороченню часу обробки; зменшенню кількості обладнання; зниженню собівартості обробки виробів; скороченню числа виробничих робітників; створенню сприятливих умов для автоматизації технологічних процесів.

Інструментальні револьверні головки токарних верстатів з ЧПК є важливим фактором, який забезпечує зростання продуктивності обробки за рахунок скорочення витрат часу на заміну різальних інструментів. Таким чином, реалізується послідовна концентрація технологічних переходів, так як у зоні різання знаходиться один інструмент. Подальше підвищення продуктивності обробки на таких верстатах можливо шляхом реалізації паралельної концентрації технологічних переходів, що здійснюється за допомогою багаторізцевих державок. Вони дозволяють виконувати одночасне формування кількох поверхонь заготовки (у поздовжньому або поперечному напрямках), що сприяє скороченню витрат часу на встановлення та налагодження різальних інструментів. Перспективним є використання комбінованих різців з двома-трьома різальними елементами, які встановлюються та закріплюються в одній позиції револьверної головки. Крім того, ефективним є використання переналагоджуваних багатошпіндельних головок для обробки деталей типу «фланець» на токарних верстатах, що дозволяє зменшити основний час обробки, а також скоротити витрати допоміжного часу на холості переміщення.

Істотним резервом підвищення продуктивності обробки деталей на свердлильно-фрезерно-розточувальних верстатах з ЧПК є використання універсально-збірних переналагоджуваних пристроїв, які забезпечують автоматизоване переналагодження установочних та затискних елементів при переході до обробки деталей іншої номенклатури, що сприяє скороченню непродуктивних витрат часу, пов'язаних з переналагодженням пристроїв. Виконані дослідження підтвердили високу ефективність застосування швидкопереналагоджуваної технологічної оснастки при обробці заготовок в умовах багатонаменклатурного виробництва. Розроблені рекомендації дозволяють обґрунтовано вибирати допоміжний інструмент та верстатні пристрої для певних виробничих умов на основі показників продуктивності, точності, гнучкості.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ РАБОТЫ АГРЕГАТНОЙ ФРЕЗЕРНОЙ ГОЛОВКИ

Нешта А.А., студентка; Кушниров П.В., доцент

Повышение производительности и качества чистовой обработки плоских поверхностей фрезерованием является важной задачей металлообрабатывающего производства. Эффективным путем решения данной задачи является использование при фрезеровании прогрессивных инструментов, оснащенных сверхтвердыми материалами с высокими физико-механическими свойствами.

При обработке плоских поверхностей шириной более 400 мм торцовыми фрезами, оснащенными сверхтвердыми материалами и имеющими диаметр до 315 мм, происходят значительные затраты основного времени, поскольку при этом требуется осуществление нескольких проходов.

Выходом из данной ситуации может служить использование конструкций специальных агрегатных фрезерных головок (АФГ), содержащих как минимум две торцовые фрезы с пересекающимися траекториями движения режущих элементов. Такое техническое решение позволяет получать при обработке непрерывную плоскую поверхность по ширине за один проход. При этом АФГ устанавливается на продольно-фрезерном станке мод. 6620 с возможностью перемещения вдоль направляющих, что дает возможность при необходимости использовать на указанном станке и штатные шпиндели (вертикальный, горизонтальные).

Для оценки динамических характеристик разработанной АФГ проведены исследования как отдельных ее подсистем, так и Т-системы в целом.

В частности построена математическая модель фрезерного узла и рассмотрены независимые изгибные и крутильные колебания системы «шпиндель-фреза». Также получены амплитудно-частотные характеристики, определена траектория движения центра масс фрезерного узла, оценено влияние жесткости используемых в АФГ подшипников на эти характеристики.

Вследствие того, что приращения сил резания, вызванные изменением толщины срезаемого слоя металла, в общем случае являются случайными величинами, получены вероятностные характеристики (математическое ожидание, среднеквадратическое отклонение и интервал возможных значений) перемещений центра масс фрезерного узла в плоскости резания.

Полученные результаты исследований позволяют оценить влияние основных параметров фрезерного узла и его динамических характеристик на прогнозируемое качество обработки, а также определить величину экономии основного времени на обработку. На техническое решение торцовых фрез АФГ оформлена заявка на патент (заявка № 02010 14175 от 29.11.2010).

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА КРУГЛОГО ВРЕЗНОГО ШЛИФОВАНИЯ

Кисиленко К.С., студент; Свухов А.В., ст. преподаватель

Одним из основных факторов, обеспечивающих надежность и долговечность деталей машин, является качество поверхности, которая характеризуется шероховатостью, волнистостью и физико-механическими свойствами поверхностного слоя. Указанные параметры формируются на чистовых этапах обработки деталей, в том числе при круглом врезном шлифовании (КВШ).

Из всех процессов резания – шлифование один из самых сложных, потому что даже обычно управляемые при лезвийной обработке параметры, при шлифовании становятся возмущающими, а сам шлифовальный круг – главным возмущающим фактором. Изменения величины силы резания, имеющие место в процессе обработки, внешние толчки и сотрясения, дисбаланс вращающихся частей системы и другие причины вызывают появление колебаний элементов динамической системы, сопровождающихся возникновением относительных перемещений режущих инструментов по нормали к обрабатываемой поверхности, которые порождают погрешности геометрической формы, волнистость обрабатываемых поверхностей и их шероховатость.

В настоящее время для исследования динамики процессов резания широко используются методы имитационного моделирования.

На базе пакета математического анализа Simulink/Matlab разработана имитационная модель процесса КВШ, которая представляет собой замкнутую динамическую систему и в частности учитывает такие основные факторы, определяющие производительность и точность обработки: упругие деформации, скорость износа шлифовального круга, геометрическое и силовое взаимодействие. В основе модели используется такой интегральный параметр, как скорость съема металла, который определяет как производительность процесса шлифования, так и качество обработанной поверхности. Взаимосвязи между параметрами технологического процесса КВШ и его качественными показателями базируются на эмпирических зависимостях, адекватность которых подтверждена модельным экспериментом на качественном уровне. Для повышения адекватности модели для измененных условий обработки следует проводить дополнительные натурные эксперименты с целью выявления соответствующих эмпирических зависимостей.

Применение разработанной модели на практике позволяет прогнозировать показатели технологического процесса КВШ, выполнять его техническое нормирование (выбирать рациональные структуру и параметры рабочего цикла) уже на стадии подготовки производства.

ПРИЗНАЧЕННЯ РЕЖИМІВ РІЗАННЯ ПРИ ГРАВІРУВАННІ ТОНКИХ КАНАВОК

Ніколаєв Я.Ю., студент; Миненко Д.А., асистент

Виготовлення рекламної продукції є актуальним напрямом у розвитку різних сфер бізнесу. У якості робочого інструменту для виготовлення деякої рекламної продукції використовується кліше для конгровного та сліпого тиснення, кліше для тамподруку та інші види кліше. Для виготовлення кліше використовуються алюмінієві, мідні, магнієві сплави, деякі конструкційні сталі. У всіх випадках при виробництві кліше з металу їх раціонально отримувати механічним гравіруванням.

Значні труднощі виникають при обробці заготовок з металу оскільки використовуються малі глибини різання від 0,05 до 0,2 мм. У зв'язку з чим йде інтенсивний знос по вершині ріжучого інструменту, що негативно впливає на якість обробленої поверхні та забивання обробленої канавки стружкою. Обробка заготовок на режимах що рекомендує фірма Wood Peker показала, що якість обробленої поверхні в деяких випадках не задовольняє нашим вимогам, тому необхідно призначити такі режими різання які б забезпечили добре видалення стружки та необхідну якість обробленої поверхні.

Для встановлення залежності якості видалення стружки та хвилястості поверхні було проведено експериментальне дослідження з використанням верстата Roland EGX-400. У результаті аналізу експериментальних даних було отримано рекомендації по призначенню режимів різання в певних виробничих умовах.

1) Запропонована аналітична залежність, висоти гребінців хвиль обробленої поверхні від кута при вершині, подачі на зуб, кількості зубів гравера і глибини гравірування.

2) Встановлено, що напрям гравірування має значний вплив на шорсткість оброблюваної поверхні. Зустрічне гравірування дає значно меншу шорсткість ніж попутне, отже при обробці слід розраховувати кількість проходів, таким чином, щоб останній чистовий прохід виконувався в зустрічному напрямку.

3) Швидкість різання має незначний вплив на якість видалення стружки і висоту гребінців хвиль, тому її слід призначати максимально можливою з врахуванням стійкості інструменту.

4) Запропонована методика визначення оптимальних режимів обробки при гравіруванні. За даною методикою для обробки бронзи БрОЦ4-3 раціонально використовувати наступні режими обробки: подача на зуб близько 0,03-0,05 мм/зуб, глибина різання від 0,7 до 1 мм, швидкість слід встановлювати максимально можливою.

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭКСПРЕСС МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НОРМ ВРЕМЕНИ НА МЕХАНИЧЕСКУЮ ОБРАБОТКУ ДЕТАЛЕЙ

Парфеньева Ю.Е., студент; Миненко Д.А., ассистент

В нынешних условиях конкурентной борьбы, успех металлообрабатывающего предприятия не в последнюю очередь зависит от быстрого реагирования на спрос потребителя на рынке металлообработки. При определении стоимости услуг металлообработки актуальной является задача определения норм времени на механическую обработку детали. Решая эту задачу, производитель сталкивается с серьезными организационными и техническими трудностями, связанными с отсутствием на многих предприятиях подразделений, занимающихся техническим нормированием, и передача их функций другим службам, что снижает эффективность выполнения соответствующих задач. В тоже время оперативный расчет времени обработки детали позволяет в кратчайшие сроки определить стоимость обработки, что способствует повышению конкурентной способности предприятия. Нередко нормы времени утверждаются и поступают в производственные подразделения позже начала цикла изготовления изделия, что приводит к снижению контроля за уровнем эффективности производства.

Существует целый ряд методик предназначенных для определения норм времени и режимов резания на механическую обработку изделий, которые позволяют с высокой точностью определить необходимые данные. Однако одним из недостатков таких методик является значительная трудоемкость определения норм времени, что требует больших затрат труда и времени.

Нами предложена методика экспресс определения времени обработки деталей позволяющая в кратчайшие сроки установить ориентировочное время обработки детали и назначить ее приблизительную стоимость. Это позволяет заказчику ориентироваться на рынке услуг металлообработки, а производителю провести планирование и оценить целесообразность производства.

Предложенная методика заключается в определении норм времени на основании сравнения обработки типовых поверхностей деталей с использованием специально разработанных графиков, которые учитывают материал обработки, геометрические параметры обрабатываемых поверхностей и качество обработки.

Целесообразность использования данной методики было опробовано на конкретном примере, что подтвердило рациональность применения разработанных графиков. Таким образом, использование предложенной методики упрощает работу и занимает значительно меньше времени, чем расчет по табличным данным общемашиностроительных нормативов, при этом результаты нормирования отличаются не более чем на 6 процентов.

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЯ

Дученко В.В., студентка; Кутовой Н.П., ассистент

В современной рыночной экономике конкурентоспособность выпускаемой предприятием продукции определяет жизнеспособность данного предприятия. Одним из главных факторов, влияющих на конкурентоспособность продукции, работ и услуг, является их качество.

Качество на производстве неразрывно связано как с точностью изготовления, так и с точностью измерения.

К числу самых распространенных измерительных инструментов относятся штангенциркуль, штанген-глубиномер, микрометр и нутромер, которые как допускают погрешность, что влияет на качество изготовления деталей, так и ограничены по параметрам, например штангенциркуль максимальный измерительный размер которого не превышает метра. Еще одной проблемой является то, что контроль таких параметров как соосность, параллельность, перпендикулярность, эксцентриситет, конусность, бочкообразность и т.п. не так легко проверить. Поэтому для измерения некоторых поверхностей приходится изготавливать специальные приспособления. На предприятиях, на которых отсутствуют инструментальные цеха или они слабо развиты, приходится заказывать их со стороны, что приводит к большим затратам.

Поэтому целью данной работы является ознакомление и анализ современных измерительных приборов, комплексов и установок, а также выбор наиболее приемлемого по точности и универсальности.

Было рассмотрено множество измерительных приборов предлагаемых различными фирмами производителей как зарубежными так и отечественными. Из которых было выделено следующие типы измерительных систем которые названы по принципу контакта с заготовкой:

- тактильные измерительные системы;
- лазерные измерительные системы;
- оптические измерительные системы;

Рассмотренные измерительные системы сравнивались между собой по точности измерения, по сложности измеряемых поверхностей, а также по габаритам измеряемых деталей. Также учитывались стоимость прибора и универсальность измерения. Свойствам данных измерительных систем присваивались оценочные характеристики, по которым выбирался наиболее приемлемый вариант.

Новые методы измерений значительно повышают качество продукции. Каждый из них имеет свои преимущества и недостатки, потому нельзя однозначно определить наилучший, поэтому выбирают наиболее приемлемый для конкретных условий производства. Все они более точные, и удобные, поэтому даже при измерении самых сложных поверхностей тратится, немного времени.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСТАЧИВАНИЯ ДЛИННОМЕРНЫХ КОНИЧЕСКИХ ОТВЕРСТИЙ

Туптюк А.Н. магистрант

Динамическая устойчивость является одним из важнейших показателей процесса растачивания. Особо остро вопрос обеспечения динамической устойчивости стоит, когда речь заходит о растачивании глубоких отверстий малого диаметра. В последние годы все большее внимание, отечественные и зарубежные специалисты уделяют возможности обрабатывать подобного рода отверстия с высокой точностью и минимальными материальными затратами. Но, несмотря на бурное развитие инструментальной промышленности на сегодня пока не разработан универсальный инструмент, с помощью которого возможно было бы обрабатывать глубокие отверстия малого диаметра с высокой геометрической и размерной точностью. В связи с этим разработка и создание универсального инструмента для обработки глубоких отверстий малого диаметра является актуальной задачей.

Экспериментальные исследования производились на примере обработки конического отверстия диаметрами 21Н7/50,4Н9 и длиной 216 мм с шероховатостью поверхности не более Ra1.6 диффузора тепловой машины (рисунок), именно поэтому требования к точности и качеству поверхности столь высоки. Основной проблемой обеспечения выполнения этих требований являются вибрации, которые создают повышенную шероховатость.

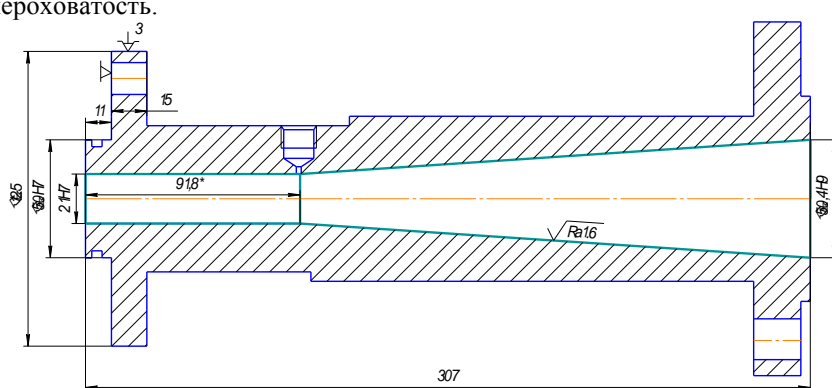


Рисунок – Эскиз операции

Для обеспечения динамической устойчивости необходимо подобрать такие параметры инструмента и режимы обработки, при которых амплитуда колебаний будет минимальна. Форма и размеры резца ограничены конструктивными особенностями детали. В связи с этим была принята

коническая форма державки, которая обеспечивает максимальную жесткость. При проведении эксперимента мы не принимали во внимание жесткость станка и приспособления, так как их жесткость достаточно высока и влияние на неустойчивость системы минимально. Единственным решением по уменьшению амплитуды колебаний является выбор оптимального материала державки. Основными свойствами, влияющими на жесткость, являются модуль упругости E и эквивалентная постоянная времени демпфирования T (таблица).

Таблица - Свойства материалов

№	Материал	Модуль упругости E , ГПа	Коэффициент Пуассона, μ	Плотность ρ , кг/м ³	Эквивалентная постоянная времени демпфирования $T \cdot 10^6$, с
1	Сталь 45	216	0,23	7810	30,3
2	СЧ 35	130	0,22	7600	324

Практически возможным представляется изготовить державки двух материалов - из конструкционной стали и чугуна. Постоянная времени демпфирования чугуна по сравнению со сталью выше в 10 раз, но сталь имеет в два раза больше модуль упругости, что существенно повышает жесткость. В конструкции резца предусмотрели затяжной механизм, который позволяет повысить демпфирующую способность материала при затягивании до $N=18\text{кН}$, $T=36\text{Н}\cdot\text{м}$.

Были изготовлены два резца с державками из СЧ35 и стали 45 и проведена проверка их работоспособности. Эксперимент заключался в растачивании отверстия с ранее указанными размерами при различных режимах обработки и геометрии инструмента. Обработка производилась на станке 16К20Т1 с режимами резания в диапазонах: подачи от 0,1 до 0,3мм/об, глубины от 0,05 до 0,3мм, частот вращения шпинделя от 250 до 2000об/мин.

По результатам эксперимента резец со стальной державкой оказался более устойчив к вибрациям, чем резец с чугунной державкой. Это доказывает то, что вследствие возбуждения колебаний при растачивании силами на задней поверхности, превалирующе влияние на устойчивость растачивания оказывает жесткость державки и меньшее – ее демпфирующая способность. Даже незначительное смещение режущей вершины вниз вызывает уменьшение заднего угла, и увеличение вертикальной силы, что приводит к возбуждению колебаний. Поэтому для расточных резцов следует применять материал державок с возможно большим модулем упругости.

ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ БУМАГОРЕЗАЛЬНЫХ НОЖЕЙ ИЗ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ СТАЛИ

Алексеевко Д.М., доцент; Пурдес М.И., студентка

Эффективность любого, даже самого современного оборудования для механической обработки, в первую очередь зависит от состояния режущего инструмента, его режущей способности. Стойкость инструмента в значительной мере влияет на производительность и качество обработки, а в некоторых случаях она имеет определяющее значение. Примером существенной значимости качества режущего инструмента может служить высокопроизводительная автоматическая линия по производству книжных блоков, последней операцией в которой является их трехсторонняя обрезка.

Трудоёмкость замены инструмента на них может достигать нескольких часов, поэтому работоспособности ножей уделяется особое внимание. Наиболее доступным путём повышения стойкости ножей в современных условиях развития производственных процессов, на наш взгляд, является совершенствование технологии заточки и доводки инструмента.

Для оценки влияния технологических параметров на состояние инструмента после заточки и доводки, а также в процессе эксплуатации проведён ряд исследований геометрических параметров режущего лезвия. Целью настоящих исследований является выявление условий формирования лезвия, состояние которого наиболее характерно для максимальной стойкости и, в конечном итоге, сможет обеспечить режим самозатачивания инструмента.

Эта цель может быть достигнута только при комплексном исследовании, которое включает в себя определение всех геометрических параметров, физико-механических свойств поверхностного слоя и шероховатости граней. Для определения ряда геометрических параметров лезвия и визуальной его оценки выполнены электронно-микроскопические исследования. Оценка состояния лезвия осуществлялась в широком диапазоне изменения условий плоского шлифования передней поверхности инструмента торцом чашечного круга. В работе использованы образцы, полученные после обработки:

- а) кругами абразивными, алмазными и эльборовыми;
 - б) шлифованием абразивными кругами и электролитическим шлифованием кругами из сверхтвёрдых материалов (СТМ)
 - в) электролитическим шлифованием кругами из СТМ на прямой и обратной полярности;
 - г) шлифованием с противоположными направлениями вращения круга по отношению к режущей кромке;
 - д) с доводкой режущей кромки абразивными брусками и без доводки.
- Высокая трудоёмкость получения качественных образцов лезвия

инструмента связана с максимальным соблюдением производственных условий или аналогичных им. Эти требования предусматривают обеспечение устойчивого процесса шлифования и специфических условий теплоотвода габаритного инструмента с достаточно большой массой, прилегающего практически всей задней поверхностью к столу заточного станка. Реализация в лабораторных условиях подобного процесса существенно затруднена также в связи с отсутствием оборудования соответствующей точности. Поэтому для чистоты эксперимента максимально возможно использованы образцы, полученные из цельного инструмента различными методами, позволяющие сохранить исходное состояние участка лезвия с характерными признаками.

Снимки, полученные на электронном микроскопе, существенно расширили представление о механизме формирования режущей кромки.

Для всех методов шлифования на прикромочном участке формируется устойчивый заусенец, длина которого при равных условиях зависит от величины припуска на заточку. Причём, толщина заусенца различна тоже и зависит в основном от метода обработки, определяющего в итоге нормальную составляющую силы резания при шлифовании, вызывающую соответствующую деформацию прикромочного участка со стороны задней поверхности.

На всех снимках, содержащих устойчивый заусенец, его целостность по длине режущей кромки нарушена и он представляет собой ряд участков, разделённых между собой в местах, соответствующих следам выраженного абразивного воздействия на задней поверхности. Подобное совпадение может свидетельствовать о том, что природа формирования заусенца основана на деформации поверхностного слоя задней поверхности. Однако, ширина заусенца не соответствует ширине задней поверхности снимаемого при заточке припуска, что вызывает вопрос и предположение о более сложной природе образования заусенца на ноже из инструментальной стали. По всей видимости, удлинение заусенца вызвано дополнительной пластической деформацией поверхностного слоя задней поверхности под действием касательной составляющей силы резания, а также возможным «наволакиванием» снятого материала с передней поверхности.

В ряде случаев после отделения заусенца наблюдается форма кромки с продольной треугольной впадиной, образующей два симметричных выступа с развитыми зубринами вдоль лезвия. Подобное явление может свидетельствовать о хрупком характере связи заусенца с массой клина и соответствующих структурных изменениях в процессе шлифования.

Исходный радиус округления в значительной степени определяется толщиной заусенца, зависящей от условий шлифования и, в конечном итоге, определяет остроту лезвия и стойкость инструмента.

ИМИТАЦИОННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ БУМАГИ РЕЗЦАМИ ИЗ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ СТАЛИ

Алексеев Д.М., доцент; Бондарь А.С., студент

Наиболее объективная оценка состояния режущего инструмента и определение его потенциальных технологических показателей возможны на основе результатов стойкостных испытаний. Стойкость же инструмента является основным показателем его эффективности и в конечном итоге всего технологического процесса. Оценка влияния параметров инструмента на общую стойкость является актуальной задачей для определения путей её повышения. Стойкостные испытания бумагорезального инструмента, используемого на высокопроизводительном оборудовании не могут быть эффективно реализованы в связи со значительным временем работы инструмента между переточками и малой долей времени контакта инструмента с обрабатываемым материалом за двойной ход. Поэтому, наиболее целесообразным является процесс непрерывного резания бумаги, который может быть реализован при токарной обработке в условиях, максимально приближенных к условиям реального процесса.

Для ускоренного исследования процесса нами была использована программа E-Turning, разработанная на кафедре «Технология машиностроения, станки и инструменты» под руководством доцента Швеца С.В. Программа позволяет виртуально исследовать процесс токарной обработки в широком диапазоне геометрических и технологических параметров. Возможно также и изменение применяемых материалов.

Для имитации процесса с учётом возможностей программы были выбраны следующие условия течения:

- а) обрабатываемый материал – бумага;
- б) материал режущего инструмента – 9ХС в состоянии поставки с исходными физико-механическими свойствами и после заточки со сниженными свойствами;
- в) геометрические параметры: $\gamma - 0^{\circ}$, $\alpha - 0^{\circ}$, $\varphi - 90^{\circ}$, $\varphi - 12^{\circ}$;
- г) $t - 10$ мм, $S - 0,1$ мм/об; $V - 12$ м/мин.

Получены зависимости всех выходных показателей процесса резания от длины пути инструмента в контакте с бумагой. Наибольший интерес представляют сравнительные характеристики износа лезвия по задней поверхности для различных свойств инструментального материала, а также сами зависимости износа от пути резания.

СТВОРЕННЯ БАЗИ ЕЛЕКТРОННИХ ВИДАНЬ ГАЛУЗЕВИХ КАТАЛОГІВ МЕТАЛОРИЗАЛЬНИХ ВЕРСТАТІВ

*Кісilenко К.С., студент; Клименко Ю.В., студент;
Якименко І.Л., студент; Лиштвак М.В., студент; Чубун І.В., студент;
Руденко О.Б., ст. викладач*

Останніми роками на кафедрі технології машинобудування, верстатів та інструментів створено велику кількість електронних копій навчально-довідкової літератури для дисциплін, які викладаються (підручники; довідники; класифікатори; загальномашинобудівні, загальномашинобудівні укрупнені та міжгалузеві укрупнені нормативи часу), що дає можливість більш зручного використання навчально-довідкової літератури студентами (особливо студентами заочної форми навчання, в тому числі в позабазових структурних підрозділах).

Вже давно з'явилось бажання перевести в електронний вигляд галузеві каталоги металорізальних верстатів, що сприяло б полегшенню пошуку студентами необхідної інформації при виконанні курсових (дипломних) проєктів (робіт). Мотивуванням появи цього бажання були, по-перше, зміст цих каталогів у порівнянні з інформацією у довідниках (повна технічна характеристика; опис приєднувальних розмірів верстатів; зазначення, у більшості випадків, повного коду ОКП; наявність фотографії та темплету верстата), а, по-друге, наявність їх у фонді патентного відділу університету. Але великий обсяг роботи, щодо сканування їх, стримував здійснення цієї мети.

Та випадкове знаходження у мережі Internet за адресою: "<http://carolsoft.org.ua:81/ Metodica/ Методички и пособия / Пособия и справочники/ Станки/ Каталог станков/>" (на жаль на теперішній час цей ресурс закритий) відсканованих зображень окремих сторінок галузевих каталогів металорізальних верстатів зробило реальністю вирішення поставленої задачі.

З мережі Internet було взято 814,7 Мб інформації (файли-зображення окремих сторінок каталогів). Але простого запозичення цієї інформації недостатньо.

Метою даної роботи є створення бази електронних видань галузевих каталогів металорізальних верстатів та побудова пошукової системи використання цих каталогів на базі класифікації по коду ОКП.

На першому етапі виконання роботи розглядалися тільки верстати токарної групи. Після співвідношення інформації, що була отримана з Internet, з фондом патентного відділу університету, листи окремих галузевих каталогів були доскановані.

При вирішенні питання щодо формату створення електронного видання (**PDF** або **DJVU**), прийнято рішення використання файлів ***.djvu**,

головна перевага яких – застосування потужного алгоритму стискання чорно-білих зображень без значної втрати якості (тобто мінімальний розмір файлу).

Початковими даними для створення документу **DJVU** є файли-зображення окремих сторінок. Але ці файли мають різний формат (**TIFF, PNG, JPG, JPEG**), різний формат зображення (**RGB, GRAY, B/W**), різну розподільну здатність (від 72 до 400 dpi) та різні розміри зображення.

Для приведення цих характеристик зображень до однакових значень та, враховуючи, що графічні редактори мають розширені можливості при обробці файлів-зображень з певними характеристиками, використовуємо програмний продукт **ReaConverter**, встановивши наступні параметри конвертації, що будуть прийматися, як налаштування за умовчанням:

- формат вихідного файлу – **JPG**;
- формат зображення – **GRAY** та якість – **100%**;
- вихідну розподільну здатність – **300 dpi**.

Для здійснення процедури конвертування файлів вони виділяються у **Провіднику**, та у контекстному меню (<**Right-Mouse**>) обирається режим: "*Convert to / JPG*".

Наступним кроком є використання програмних продуктів **Adobe Photoshop** або **Paint.NET**, які застосовуються для очищення чорних полів, що з'явилися при скануванні зображення, інших "брудних" зон (штампи, різні написи тощо) та виправлення нахилу сторінок.

Наступний етап – вирівнювання розмірів зображення. Для цього використовується програма **Microsoft Office Picture Manager**.

В режимі індивідуальної обробки зображень проводиться їх обрізання, залишаючи з усіх сторін приблизно однакові поля.

В режимі пакетної обробки провадиться автоматична піднастройка зображень та зміна їх розмірів (встановлюється розмір 1600x2000 пікселів).

Якщо за результатами зміни розмірів висота окремих зображень стала менше, ніж 2000 пікселів, то за допомогою графічного редактора **Adobe Photoshop** збільшується розмір холста.

Далі проводиться пакетна обробка файлів-зображень за допомогою програми **ScanKromsator**. При цьому встановлюються наступні режими: видалення дрібних паразитних плям, автоматичний розрахунок полів сторінок, вирівнювання тексту по центру в горизонтальному напрямі та по низу у вертикальному напрямі, автоматичне вирівнювання розмірів сторінок, вихідний формат "**TIFF G4FAX Compress**", вихідна розподільна здатність "**300**", формат зображення "**B/W**". Якщо в результаті обробки якості першої сторінки (малюнок верстата) становиться гіршою, то повторюється обробка тільки першої сторінки при зміні формату зображення з "**B/W**" на "**Gray**".

Створюється електронне видання за допомогою програми **DjVu Solo**.

Одночасно зі створенням **djvu**-документа в **Microsoft Office Excel** ведеться реєстр верстатів, який включає: номер листа галузевого каталогу, код ОКП верстата, модель і назву верстата та, за наявності, номери листів каталогу, на який замінений поточний лист або взамін якого він вводиться.

АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВ ПРИМЕНЕНИЯ МОДУЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Думанчук М.Ю., ст. преподаватель, СНАУ

Как показывают результаты проведенных исследований, технико-экономические расчеты и опыт внедрения, применение модульной технологии на предприятиях единичного и мелкосерийного производства позволяет: повысить качество изготавливаемой продукции, гибкость производства; перейти к наиболее прогрессивной поточной форме организации производства на предприятиях с единичным и серийным типом производства; сократить объем и сроки технологической подготовки производства; повысить производительность труда; увеличить загрузку оборудования; автоматизировать технологическую подготовку производства, разработать типовые решения автоматизации производственных процессов на основе ГАП.

Таким образом, модульный технологический процесс объединяет в себе положительные черты единичного, типового и группового процессов.

Наряду с изложенными ранее преимуществами, изложенная концепция проектирования имеет также ряд недостатков и противоречий. Существующая классификация поверхностей не позволяет однозначно классифицировать некоторые модули. Представляется целесообразным выделить в отдельные группы такие модули поверхностей как шпоночный паз и шлицы. Широкое использование зубчатого зацепления, наличие высокоэффективных технологических процессов обработки зубьев, специального оборудования, инструмента позволяет выделить в отдельные модули также и поверхности зубьев зубчатых колес.

Предложенная классификация не позволяет различить класс детали (корпус, вал), которой принадлежит модуль поверхностей, что может привести к ошибкам при выборе необходимого для обработки оборудования, инструмента и в целом технологического блока.

Противоречивым является выбор объекта проектирования технологических блоков. В ряде работ таковым принят интегральный МП. Рассматривается также вариант проектирования ТБ под комплексный МПИ, учитывающий все это разнообразие, однако создание такого МПИ не считается реальным.

Серьезным недостатком модульной технологии является отказ от одного из основных принципов построения технологических процессов - принципа поэтапности, что может стать причиной увеличения брака.

В заключение необходимо отметить, что механосборочное производство любого машиностроительного предприятия Украины, построенного на принципах модульной технологии становится гибким, мобильным, конкурентноспособным в кратчайшие сроки и с минимальными издержками переходить на выпуск новых изделий.

**ОБРОБКА МАТЕРІАЛІВ
У МАШИНОБУДУВАННІ**

ДЕМОНСТРУВАННЯ ДІІ ТОКАРНО-КАРУСЕЛЬНОГО ВЕРСТАТА МОДЕЛІ 1541

Коротун М.М., доцент; Котенко О.В., студент

Токарно - карусельні верстати широко використовуються у машинобудуванні. Вони призначені для обробки різноманітних виробів з чорного та кольорового металів. На верстатах можна робити наступні операції: циліндричну та конічну обточку і розточку; проточку площин; свердління, зенкерування та розверстування. При застосуванні спеціальних механізмів, які виготовляються та постачаються заводом по особливому заказу і за окрему платню, на верстаті можна виконувати: нарізання різьби і обробку конічних поверхонь; обробку фасонних поверхонь тіл обертання; обробку деталей по заданим розмірам; обробку деталей з охолодженням. Верстат токарно-карусельний моделі 1541 має такі основні вузли та органи керування: станина; вертикальний супорт; поперечина; бічний супорт; коробка подач вертикального супорта; коробка подач бічного супорта; планшайба; стіл; захисний екран; механізм переміщення поперечини; рукоятка ручного горизонтального переміщення вертикального супорта; рукоятка повороту та кріплення револьверної головки; маховик ручного горизонтального переміщення повзуна бокового супорта; бокового супорта; підвісний пульт управління. Дана робота присвячена моделюванню рухів, які відбуваються на верстаті під час його роботи. З перелічених вузлів видно, що на верстаті два супорти, які мають коробки подач. За допомогою програми Flash змодельовали, як в цих коробках рухаються блоки та муфти, і як вони впливають на роботу супортів. Перемикання блоків дає можливість показати не тільки їх зачеплення, але й моделювати змінення частот обертання валів та ходового гвинта, що дозволяє змінювати значення подач. Показаний рух самих супортів та траверси і механізм затиску траверси. Моделювання руху супортів здійснюється за допомогою окремих панелей, де мнемонічні кнопки вказують напрямок руху кожного з супортів. Можливо демонструвати як рух супортів, так і їх зупинку. Верстат має п'яти позиційну револьверну головку, яка знаходиться на вертикальному супорті. Вона теж позиціонується у будь яке положення за допомогою програми. В отворах револьверної головки розміщені різальні інструменти, і це теж дає можливість моделювати операції, що виконує верстат, у програмному режимі. Окремо виконана панель керування верстатом. На ній розміщені кнопки управління, тумблери, джойстики та пакетні перемикачі. За допомогою останніх можливо задавати різні значення подач для кожного супорта. Тумблери використовуються для демонстрування прискорених переміщень супортів. Джойстики потрібні для вказування напрямку переміщення супорта. Передбачені вмикання сигнальних світлодіодів, що сигналізують про роботу того чи іншого вузла верстата.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОВИХ ДЕФОРМАЦІЙ КАРУСЕЛЬНО-ШЛІФУВАЛЬНОГО ВЕРСТАТА

Потапенко А.В., студентка

Основною метою роботи є дослідження теплових деформацій у найбільш нагрітих вузлах, насамперед це стосується шпиндельного вузла, адже саме в ньому існує ймовірність виникнення більшої температури і як наслідок збільшення температурної деформації, тим самим спричиняючи зміну розмірів оброблюваної деталі у бік невиваженого браку. Це пояснюється тим, що шпиндель сприймає на себе тепло, яке виділяється в зоні різання, тепло яке надходить від двигуна (привода) і безпосередньо тепло від тертя самого шпинделя з підшипниками. За допомогою програмного забезпечення «Solid Works» здійснюється аналіз температурного впливу на шпиндель верстата. Використання такого підходу потребує створення тривимірних моделей досліджуваних елементів технологічної системи, їх подальшої оптимізації з метою скорочення часу на отримання результатів. Все це дозволяє без проведення натурного експерименту визначити параметри дослідження при різних умовах експлуатації верстата. Процедури розрахунку в системному забезпеченні побудовані на базі використання методу скінчених елементів, тому в розрахункових моделях можуть бути враховані практично всі особливості конструкції і умови експлуатації. В роботі був здійснений тепловий аналіз шпинделя для декількох компоновок карусельно-шліфувального верстата :- мотор-шпиндель;- шпиндель двигун;- шпиндель з пасовим приводом. Для отримання експериментальних даних навантаження шпинделя здійснювалося силою різання, крутним моментом, реакцією опор підшипників, а також вводились данні температур, які виникають в зоні різання, та від роботи двигуна. В результаті була побудована розмірна сітка. На базі сітки побудовані епюри температурної деформації, які демонструють деформування шпинделя у радіальному та осьовому напрямках. Проведеними дослідженнями компоновань верстата встановлено, що найменше деформуються у радіальному та осьовому напрямках компоновання мотор-шпинделя, а найбільшу деформацію має компоновання з двигуном на шпиндельній бабці. Тому можна вважати компоновання мотор - шпинделя найбільше стійким до температурних деформацій. Але цілком можливо використовувати і інші компоновання, здійснюючи для цього ряд заходів для попередження та мінімізації температурних деформацій, наприклад оснастити верстат системою сигналізації з використанням термодатчиків, встановити автоматизовану систему охолодження, яка вмикається без втручання оператора.

Доповідь підготовлена під керівництвом доцента Коротуна М. М.

МОДЕЛЮВАННЯ ДЕФОРМАЦІЇ ПРИВОДУ КОЛОВИХ ПОДАЧ ТА ГОЛОВНОГО ПРИВОДУ КРУГЛОШЛІФУВАЛЬНОГО ВЕРСТАТА

Сорока Я.В., студентка

Сучасні технології дозволяють розробити віртуальну модель верстата з усіма її компонентами та проводити дослідження. Для того щоб дослідити деформації приводу колових подач та головного приводу круглошліфувального верстата необхідно змодельовати шпиндель, шпиндельну бабку, бабку виробу у 3D виконанні, та зібрати їх в один механізм і віртуально дослідити деформації. Результати віртуальних досліджень вібростійкості та теплостійкості шліфувальної бабки круглошліфувального верстата дозволяють на стадії розробки верстата оцінити його працездатність та деформації, які можуть виникати при тих чи інших режимах роботи та перевантаженнях верстата. Це доцільно та можливо в економічному та практичному плані. На фінішних операціях одним з найбільш важливих чинників, що впливають на точність обробки, стають теплові деформації верстата. Попередні дослідження показали, що при точному шліфуванні (коли знімається невеликий припуск з деталі і нагрів СОТС незначний) основний вплив від теплових деформацій верстата сприймають саме шліфувальна бабка та бабка виробу. Жорсткість круглошліфувального верстата впливає на вібростійкість, точність і продуктивність процесу шліфування, тому є одним з показників, що характеризують якість верстата. Аналіз пристроїв і методів управління процесом врізного шліфування в центрах заготовок, що мають низьку жорсткість на вигин, показав, що найбільша точність і продуктивність досягаються при застосуванні автоматичних пристроїв та, зокрема, лонетів, що мають можливість самоцентруватися. Робота абразивного зерна відрізняється від роботи лезового інструменту непостійністю своєї форми і положення відносно оброблюваної поверхні. Тому розрізняють види впровадження окремих абразивних зерен в оброблювану поверхню. Абразивні зерна на поверхні круга під час шліфування піддаються дії робочих навантажень, під впливом яких зерна стираються та руйнуються. Знос і руйнування посилюються внаслідок виникаючої термічної напруги. Зусилля, що діють в процесі шліфування, визначають характер роботи абразивних зерен і роблять вплив на точність обробки, якість поверхні і температуру в зоні шліфування. Невід'ємною частиною аналізу і вдосконалення динамічної якості верстата є наявність достовірної інформації про характер вібраційних збурень, створюваних різними джерелами дій.

Доповідь підготовлена під керівництвом доцента Коротуна М.М.

РОЗРОБКА ТА МОДЕЛЮВАННЯ МЕХАНІЗМА ВЕРСТАТА

Коротун М.М., доцент; Чеховський О.Ю., студент

Запропонований механізм верстата, який може бути використаний на координатно – розточувальних верстатах при зачепленні штурвала механізму ручного переміщення пінолю шпинделя з механічним приводом переміщення пінолю шпинделя. У відомих координатно – розточувальних верстатів механізм ручного переміщення шпинделя має штурвал, черв'ячну передачу, фрикційну муфту, шестерні та ходовий гвинт для осьового переміщення шпинделя. Недоліками відомої конструкції механізму ручного переміщення шпинделя верстата є наявність фрикційної муфти, вмикання якої не забезпечує стабільної передачі крутного моменту із – за зношування фрикційних елементів, їх деформування від теплового потоку електромагніта, що приводить до похибок у роботі штурвального механізму ручного переміщення. На нестабільність роботи муфти впливає також попадання мастила на фрикційні диски, що теж порушує точність та надійність ручного переміщення шпинделя і потребує значної уваги під час експлуатації. З рівня техніки відомий механізм переміщення пінолю шпинделя координатно – розточувального верстата, що містить черв'ячну передачу, черв'ячне колесо якої має отвори під штифт, штурвал, муфту з осями, шток із клином, порожнистий вал – шестерню, штифт та який призначений для ручного та механічного переміщення пінолю шпинделя. Така конструкція механізму переміщення пінолю шпинделя верстата за сукупністю суттєвих ознак є найбільш близькою до запропонованої конструкції. Недоліком такої конструкції є те, що кількість отворів у черв'ячному колесі черв'ячної передачі і до яких надходить штифт при зачепленні обмежена. При розміщенні отворів якнайближче одне до одного між їх центрами завжди має місце певна відстань, що обмежує фіксування механізму у незначних кутових положеннях. Це приводить до того, що при вмиканні механізму потрібно штурвалом за допомогою штифта «вишукувати» найближчий отвір, який розміщений на значній кутовій відстані і потребує додаткових холостих поворотів штурвала механізму. Технічною задачею, на рішення якої направлена корисна модель є зменшення холостих кутових переміщень штурвала ручного переміщення механізму при його з'єднанні з черв'ячним колесом черв'ячної передачі механічного приводу верстата. Технічний результат, який досягається при використанні такої корисної моделі полягає у виконанні внутрішньої поверхні черв'ячного колеса у вигляді шліцевої втулки з дрібними трикутними шліцями та оснащенні рухомих штифтів зубчастими гребінками з трикутними шліцями та з'єднання їх плоскими пружинами для повертання у вихідне положення. Це забезпечує підвищення точності та надійності роботи механізму верстата.

ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ГЛИБОКОГО СВЕРДЛІННЯ

Левенець І.В., студент

Труднощі обробки отворів зростають із збільшенням їх глибини. Глибину отворів оцінюють відношенням l/d , де l - довжина отвору, а d - його діаметр. Це ж відношення використовують і при розподілі отворів на глибокі та неглибокі. За межу між ними вважають $l/d = 5$. Для обробки глибоких отворів доводиться застосовувати спеціальні устаткування і інструмент і особливі способи обробки. Проте деякі іноземні фірми, за рахунок підвищення точності і якості звичайних спіральних свердел, обробляють ними отвори із співвідношенням $l/d = 20$.

Спосіб глибокого свердління має ряд особливостей, з якими в значній мірі пов'язані труднощі, що виникають у процесі обробки:

1) примусове відведення стружки з отвору потоком рідини (порушення безперебійного відведення стружки призводить до порушення або припинення процесу обробки);

2) базування робочої частини інструменту під час роботи на обробленій поверхні отвору.

Отже, головними ознаками глибокого свердління є не відношення l/d , а примусове відведення стружки з отвору за допомогою потоку ЗОР та базування інструмента на обробленій поверхню отвору деталі. Тому глибоким свердлінням слід називати спосіб свердління, що відрізняється наявністю примусового відведення стружки з отвору потоком ЗОР або якимось іншим робочим середовищем і базуванням інструмента на поверхні обробленого отвору. У зв'язку з цим, для здійснення способу необхідні спеціальне устаткування і інструмент.

При глибокому свердлінні підведення ЗОР та відведення стружки здійснюються по спеціально передбаченим каналам. Один із каналів проходить усередині інструмента і називається внутрішнім. Зовнішній канал створюється між зовнішньою поверхнею інструмента і поверхнею обробленого отвору. Підведення ЗОР і відведення стружки по внутрішньому каналу називають відповідно внутрішніми, а по зовнішньому каналу - зовнішнім підведенням ЗОР і зовнішнім відведенням стружки. На практиці застосовують два основні способи підведення ЗОР і відведення стружки:

1) зовнішнє підведення ЗОР і внутрішнє відведення стружки;

2) внутрішнє підведення ЗОР і зовнішнє відведення стружки.

Поряд з цими основними способами застосовують і деякі їх різновиди.

Для того, щоб запобігти відхиленню інструмента від осі отвору, застосовують різноманітні напрямні, підвищують жорсткість приєднувальної частини інструмента, зменшують відмінності між лезами свердла. Останнім часом набула поширення конструкція для ежекторного свердління. Це обладнання передбачає, крім зовнішнього підведення ЗОР і внутрішнього відведення стружки, створення пониженого тиску у внутрішньому каналі.

ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ НАРОСТУ НА ЛЕЗІ ПРИ ТОЧІННІ

Самохвалов Д.О., студент

Різання більшості конструкційних матеріалів супроводжується утворенням наросту. Наріст, це утворення із матеріалу оброблюваної заготовки на лезі інструмента. Наріст має характерну шарувату будову, твердість його в 2,5-3 рази перевершує твердість оброблюваного матеріалу. Форму і розміри наросту можна характеризувати трьома основними параметрами: висотою h , шириною підосви l і кутом γ_n . Заокруглена вершина наросту може виступати за задню поверхню інструмента.

Через те, що вершина наросту виходить за лезо інструмента і радіус при його вершині менший від радіуса при вершині леза, збільшується шорсткість обробленої поверхні. Тому і виникла потреба у визначенні параметрів наросту залежно від параметрів режиму різання та властивостей оброблюваного матеріалу.

Для утворення наросту потрібні такі умови:

- 1) передня поверхня інструменту має бути повністю очищена від адсорбованих масляних і окисних плівок;
- 2) температура та напруження на передній поверхні мають бути такими, коли у контактному шарі стружки створюється відповідний напружений стан.

На розміри наросту основний вплив мають механічні властивості оброблюваного матеріалу, швидкість різання, подача, передній кут інструменту. Усі матеріали можна поділити на такі, що схильні і не схильні до утворення наросту. До других належать мідь, латунь, бронза, олово, свинець, більшість титанових сплавів, білий чавун, загартовані сталі.

Найскладніше на розміри наросту впливає швидкість різання. При дуже малих швидкостях різання наросту немає. При підвищенні швидкості різання висота наросту спочатку росте, досягаючи максимального значення при деякому значенні швидкості, а потім починає зменшуватися. При точінні сталі 45 експериментально встановлено, що наріст має максимальну висоту при швидкості різання 18 м/хв. і зникає при швидкості 110 м/хв. Зменшення розмірів наросту при швидкостях більших 12 м/хв. пояснюється значним зниженням опору матеріалу наросту пластичному зрушенню. У міру збільшення швидкості різання змінюються не лише розміри наросту, але його форма. При малих швидкостях різання, форма наросту характеризується великою величиною кута γ_n . У міру зменшення висоти наросту кут γ_n також зменшується, наріст стає відносно тоншим і ширшим і поступово перетворюється на шар, паралельний передній поверхні інструменту.

У зоні швидкостей різання, що відповідають максимальній висоті наросту, спостерігається різке збільшення шорсткості обробленої поверхні.

На підставі експериментальних досліджень процесу точіння різних матеріалів запропоновані формули для визначення висоти наросту та координат його вершини відносно задньої поверхні леза.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ НА ОПТИМАЛЬНЫЙ РАДИУС ОКРУГЛЕНИЯ РЕЖУЩЕЙ КРОМКИ

Некрасов С.С., ассистент; Голобородько Л.В., студентка

От состояния кромок лезвий режущего инструмента зависят: способность инструмента выполнять свои функции, силы резания и затрачиваемая мощность при резании, качество поверхностей изделий, стойкость инструмента, затраты на инструмент и его переточки. У инструментов разного назначения различны требования к состоянию кромок лезвий. Наиболее неопределенным параметром, который характеризует состояние режущей кромки, является ее радиус округления.

Многими исследователями установлено, что кромки являются важными элементами на многих деталях изделий и на режущих инструментах. Исследования свидетельствуют, что округление кромок на режущих инструментах из любого инструментального материала способно существенно повысить стойкость инструментов, улучшить качество поверхностей изделий, повысить надежность износостойких покрытий. Необходимы стандартизация параметров кромок и способы отражения требований к кромкам на чертежах.

Проведение физических экспериментов, по изучению влияния радиуса округления режущей кромки на работоспособность инструмента, довольно трудоемкая задача, поскольку необходимо изготавливать инструмент с различными радиусами округления режущей кромки. Поэтому авторами предлагается провести подобное исследование путем моделирования процесса резания методом конечных элементов.

Имитационное моделирование процесса резания позволяет анализировать влияние радиуса округления режущей кромки и режимов резания на усталостную и статическую прочность режущей кромки, что является трудоемкой задачей при проведении физического эксперимента. Предложенный подход позволяет определить значение радиуса округления режущей кромки, обеспечивающего наибольшую стойкость режущего инструмента в зависимости от режимов резания.

Моделирование проводилось для обработки стали 12Х18Н12М3ТЛ инструментальным материалом ВК8. Проведенное исследование позволило установить влияние режимов резания на оптимальный радиус округления режущей кромки. Было также установлено, что на оптимальное значение радиуса округления режущей кромки влияют скорость и глубина резания.

Предложенную методику также возможно применять для оптимизации различных параметров геометрии режущего инструмента расчетным методом, что позволяет удешевить и сократить процесс проектирования режущего инструмента.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗРАБОТКИ 3D-МОДЕЛИ СПИРОИДНОГО ЗАЦЕПЛЕНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЗВЕНЬЕВ ПЕРЕДАЧИ НА ПОКАЗАТЕЛИ ЗАЦЕПЛЕНИЯ

Сорокин А.Н., инженер; Демьяненко Я.В., студент; Сливак А.В., студент

Современное машиностроение тяжело представить без разнообразных машин и механизмов, которые выполняют ряд важнейших функций по обеспечению работоспособности различных отраслей деятельности человека. Одно из важнейших мест среди таких механизмов занимают различные виды зубчатых передач, которые на протяжении многих лет использования доказали свою надёжность, простоту использования, долговечность и т. д.. Они выполняют разнообразные функции по преобразованию одного вида движения в другой, создания необходимых частот вращения и крутящих моментов, обеспечению выполнения рабочими органами машин своих функциональных обязанностей. Среди традиционно применяемых в промышленности зубчатых передач можно выделить хорошо известные цилиндрические, конические и червячные передачи.

В то же время, развитие науки, техники и технологий не стоит на месте. Появляются всё новые требования к создаваемым машинам, а, соответственно, и к зубчатым зацеплениям. Среди основных требований к современным зубчатым передачам можно выделить следующие: простота использования и изготовления; использование более дешёвых и прочных материалов; компактность передачи; малый износ и долговечность (срок эксплуатации); малая чувствительность к погрешностям изготовления и сборки; увеличение нагрузочной и перегрузочной способности.

Вышеперечисленные требования ведут к созданию новых, прогрессивных зубчатых передач, одно из основных мест среди которых занимают спироидные передачи. Среди достоинств и преимуществ спироидных передач можно выделить следующие: большой коэффициент перекрытия (около 10-12 процентов зубцов колеса в одновременном зацеплении); высокая нагрузочная способность, износостойкость и коэффициент полезного действия; зацепление нечувствительно к осевому положению колеса. Это вызвано характером расположения звеньев передачи по отношению друг к другу, когда оси червяка и колеса скрещиваются. Также очень важным фактором для эффективного использования этих передач является возможность использования для обеих звеньев передачи (колеса и червяка) в отличие от червячных передач одного и того же материала - стали, что способствует увеличению контактной прочности зубьев и их прочности на изгиб, а также снижает себестоимость передачи за счет применения более дешёвого материала.

В иностранной практике известно много случаев, когда при помощи применения спироидной передачи решались важные конструктивные задачи.

Они нашли широкое применения во многих отраслях промышленности и различных видах техники. Среди известных случаев можно выделить применение спироидной передачи в силовых механизмах образцов военной техники (вертолёты и бортовые редуктора танков), бытовой технике, коробках скоростей прецизионных станков, газо- и нефтедобывающей промышленности (запорной и запорно-регулирующей арматуре), разнообразных грузоподъемных механизмах, в сервоприводах роботизированных механизмов и многих других отраслях. В тоже время стоит отметить, что, к сожалению, на Украине спироидная передача пока не получила широкого распространения из-за недостатка информации и опыта изготовления данной передачи.

Большое внимание изучению различных вопросов, связанных со спироидной передачей, уделяется в научных школах России, США, Великобритании, Германии, Румынии, Венгрии, Болгарии. Среди основных вопросов, рассмотренных учёными этих школ можно выделить такие, которые связаны, с геометрией передачи, кинематикой зацепления, способами достижения необходимого характера расположения пятна контакта, изучением силовых показателей зацепления и КПД передачи, с исследованием возможности применения различных видов материалов и др. В то же время существует ряд нерешённых вопросов, в частности, связанных с влиянием параметров звеньев передачи на показатели зацепления. Очень мало на сегодняшний день уделено внимания технологическому процессу изготовления передачи.

В последние два десятилетия наблюдается интенсивное развитие компьютерных технологий, которые позволяют более детально и более глубоко анализировать все аспекты по изучению данного вида зацепления. Одним из основных является имитационное моделирование, позволяющее исследовать будущую передачу ещё на этапе проектирования. При этом происходит значительная экономия времени и ресурсов, затрачиваемых на изготовления конечного продукта.

В данной работе сформулированы задачи 3D-моделирования и проектирования спироидного зацепления с помощью программного обеспечения компании DELCAM и изучения влияния параметров звеньев передачи на показатели зацепления. Одной из серьезных сформулированных задач является разработка управляющих программ для обработки звеньев передачи (зубчатого колеса и червяка), а также визуализация процесса их изготовления и обнаружения неточностей изготовления. Для проверки данных, полученных на этапе проектирования, предполагается создание специального стенда для исследований влияния параметров передачи на нагрузочную и перегрузочную способность.

Работа выполнена под руководством профессора Залого В.А.

РАСШИРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТАНКОВ С ЧПУ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТАНГЕНЦИАЛЬНОЙ СХЕМЫ РЕЗАНИЯ

*Дядюра К.А., доцент; Прокопенко А.В., аспирант;
Барыльник О.Д., студентка*

В настоящее время концепция вертикальных токарных станков с ЧПУ получила широкое признание. Опыт современного машиностроения показывает, что наибольшая эффективность обработки материалов резанием может быть достигнута при совмещении и непрерывном выполнении нескольких последовательных операций на одном станке, работающем в автоматическом режиме. Часто это связано с реализацией нестационарных процессов резания. Одним из таких процессов является попутное тангенциальное точение (ПТТ), которое, благодаря его кинематическим особенностям, позволяет совместить на одном станке черновую и чистовую обработку путем реализации роторного принципа ее организации, что существенно повышает производительность обработки и уменьшает количество единиц оборудования. При этом обеспечивается высокая экологичность и безопасность производства благодаря работе без СОЖ. Таким образом, разработка компоновок с тангенциальной схемой резания является перспективным направлением развития современных конструкций вертикальных обрабатывающих центров. Для расширения технологических возможностей применения метода ПТТ может быть дополнено движением, направленным вдоль оси детали. Благодаря осевой подаче объем металла, снимаемый каждым резцом, можно увеличить в несколько раз, при этом время работы одним инструментом не изменяется, а максимальная сила резания остается без изменения. Сочетание осевой и тангенциальной подач обеспечивает высокую точность обработки сложных поверхностей (например, сферические и конические).

К сожалению, в настоящее время отсутствуют надежные научно-обоснованные рекомендации по назначению рациональных параметров обработки в условиях тангенциального точения с осевой подачей: инструментального материала, геометрических и конструкторских элементов инструмента, параметров режима резания. Опыт эксплуатации оборудования, в котором реализовано ПТТ, свидетельствует о повышенной интенсивности отказов режущего инструмента. Решение проблемы расчета и назначения необходимого числа инструментов в многоинструментальной наладке для этого нестационарного процесса резания связано с компьютерным моделированием кинематики формообразования и срезания припуска.

В процессе резания траекторией относительного движения инструмента является циклоидальная кривая. Кратковременность контакта инструмента с заготовкой (время цикла обработки, как правило, не превышает нескольких десятых долей секунды), непрерывная трансформация

углов резания и толщины среза, наличие участков проскальзывания со значительным их удельным весом в цикле обработки позволяют моделировать ТТ с позиции прерывистого, кратковременного, периодического резания, характерного для фрезерования, строгания, протягивания и других процессов. Моделирование влияния трансформации углов резания и переменной толщины среза на работоспособность инструмента при ТТ представляет значительный интерес. Тем более, что единого мнения по этому вопросу не существует. Совместное действие переменной толщины среза и изменяющихся углов резания при ПТТ приводит к изменению углового положения и границ зоны пластических деформаций. Это, в свою очередь, оказывает влияние на силовые характеристики процесса резания, характер стружкообразования, процесс наростообразования и тепловые явления в зоне резания. В связи с различным положением инструмента относительно детали в каждый момент резания меняется направление радиальной и тангенциальной составляющих сил резания.

При оптимизации процесса эксплуатации режущего инструмента, как правило, приходится решать противоречивую по своему содержанию задачу многокритериального выбора: оптимальные параметры механической обработки должны одновременно удовлетворять совокупности экономических (объем снимаемого материала в единицу времени, основное время обработки) и технологических критериев (шероховатость обработанной поверхности, отклонение от круглости, интенсивность изнашивания инструмента, сила и температура резания) имеющих различную природу и назначение.

В работе рассматривалась технологическая возможность использования известных схем тангенциального точения для обработки наружных поверхностей пробки шаровых кранов на вертикальных станках с ЧПУ. Для этого была создана модель формообразования по схеме тангенциального резания с дополнительной осевой подачей в системе автоматизированного моделирования PAWERSHAPE с использованием технологии OLE (Object Linking and Embedding) и объектно-ориентированного языка программирования DELPHI. Данная модель позволяет моделировать процесс ТТ и определять, на основании критериев производительности, экономичности и качества обработки в каждом конкретном случае, оптимальное число инструментов в наладке.

Применение в компоновках конструкций станка шпинделя с прямым приводом позволяет уменьшить погрешность обработки. Для этого в работе была создана объемная модель шпинделя. С помощью программного пакета CosmosWorks встроенного в продукт SolidWorks конструкция проверялась на статическую жесткость, термическое воздействие, были определены параметры функции динамической податливости. Эти результаты дают возможность спрогнозировать устойчивость возможной технологической системы для построения оптимального процесса механической обработки резанием.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЯ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ В ИХ СОСТАВЕ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ

Гонщик А.В., аспирант; Зинченко Р.Н., доцент

Развитие мирового машиностроительного производства заключается в интенсивном процессе повышения производительности, надежности и долговечности функционирования технологического оборудования, увеличение доли прецизионных станков, повышения уровня автоматизации, структурной и системной интеграции как технологических процессов в целом, так и их отдельных элементов.

Производственные системы и процессы становятся все более сложными, следовательно, необходимым становится рациональное принятие решений при управлении процессом. Требуются все более эффективные комплексные информационные и аналитические методы, основанные на мониторинге текущего состояния. Эти методы все чаще привлекают внимание исследователей всего мира как структура, которая позволяет совершенствовать производственный процесс.

Уровень развития промышленности передовых стран мира наряду с объемом производства и ассортиментом выпускаемой продукции характеризуется также показателями ее качества, надежности и эксплуатационной безопасности. Поэтому для отечественной промышленности, интенсивно интегрирующейся в мировую экономику, особую актуальность приобретает управление качеством изделий, среди наиболее важных инструментов которого, прежде всего, следует выделить неразрушающую диагностику.

Использование цифровых систем управления во всех отраслях машиностроения увеличивается, поэтому теоретический потенциал контроля и диагностики значительно увеличился. В настоящее время контроль производственного процесса переходит все больше от уровня аппаратных средств до программного обеспечения, что повышает гибкость производства.

Все режущие инструменты изнашиваются в процессе обработки. Износ режущего инструмента ухудшает качество обработки. Поэтому мониторинг износа в режиме реального времени становится необходимым для предотвращения снижения качества обработки. Износ инструмента неизбежен и сам по себе не является таким уж негативным процессом. Важно знать, когда инструмент изнашивается, какова будет величина этого износа и его в отдельных случаях его вид. Если эти вопросы подвергнуть анализу, станет возможным нахождение правильного решения для конкретного вида износа. Для этого достаточно точно должна быть определена сама проблема и ее возможные последствия. Это сложная задача, которая может быть решена посредством применения систем, основанных на искусственном интеллекте.

За прошедшее время были созданы различные виды систем искусственного интеллекта (или интеллектуальных систем), такие как экспертные системы, нечеткие системы, системы поддержки принятия решений, искусственные нейронные сети, системы планирования движения роботов, генетические алгоритмы.

Простота, с которой могут быть созданы экспертные системы, привела к огромному количеству их применений. В машиностроении использование может быть найдено для различных задач, включая выбор материалов, деталей машин, инструментов, оборудования и процессов, сигнальной интерпретации, мониторинга состояния, диагностики поломок, контроля машин и процессов, конструирования машин, планирования процессов, производственного планирования и системной конфигурации.

Для построения экспертных систем, входящих в систему диагностики состояния режущего инструмента, было решено использовать программный пакет MatLab. Была написана программа записи звука в процессе обработки и построения его спектра для различных параметров. В дальнейшем планируется сконструировать и обучить с помощью полученных в процессе записи звука данных нейронную сеть, а также создать систему нечеткого логического вывода для прогнозирования состояния режущего инструмента. Для этого мы воспользуемся возможностями таких составляющих программного пакета MatLab, как Neural Network Toolbox и Fuzzy Logic Toolbox.

Neural Network Toolbox обеспечивает всестороннюю поддержку проектирования, обучения и моделирования множества известных сетевых парадигм, от базовых моделей перцептрона до самых современных ассоциативных и самоорганизующихся сетей.

Fuzzy Logic Toolbox обладает простым и хорошо продуманным интерфейсом, позволяющим легко проектировать и диагностировать нечеткие модели. Обеспечивается поддержка современных методов нечеткой кластеризации и адаптивные нечеткие нейронные сети. Графические средства Fuzzy Logic Toolbox позволяют интерактивно отслеживать особенности поведения системы.

Таким образом, диагностика состояния инструмента в реальном режиме времени с помощью искусственных нейронных и нечетких систем может стать одним из инструментов повышения точности обработки и уменьшения производственного брака. Для применения такого подхода в автоматизированном производстве требуется создание компьютеризированных экспертных систем, способных без участия человека своевременно принять решение о возможном отказе инструмента.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА MATLAB ДЛЯ СОЗДАНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ И ПОСЛЕДУЮЩЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИХ В СИСТЕМЕ ДИАГНОСТИКИ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Недайхлеб И.Г., студент; Зинченко Р.Н., доцент

Диагностика текущего состояния режущего инструмента является очень важным и перспективным направлением в наше время, поскольку режущий инструмент является наиболее слабым элементом технологической системы. На основании диагностических данных будет вовремя произведена коррекция или замена инструмента, что в свою очередь очень повысит производительность производства и снизит уровень брака. Диагностикой режущего инструмента с использованием искусственных нейронных сетей занимались как отечественные ученые (Деревянченко А.Г., Павленко В.Д., Фомин А.А., Подураев В.Н., и др.) так и зарубежные (Srinivasan Purushothaman, и др.).

В данной работе используется программный продукт Matlab, потому что возможностью этой программы очень большие, однако основным преимуществом системы есть ее универсальность и она обладает большими возможностями, основными из которых является возможность записи диагностического сигнала, дальнейшая его обработка с наложением различных фильтров и других математических обработок, а также что важно для этой работы – проектирование и работа с математическим аппаратом по использованию искусственных нейронных сетей.

Чтобы создать нейронную сеть в программном продукте Matlab необходимо выполнить определенные действия. В первую очередь нужно определиться с назначением и типом нейронной сети, после чего нужно выполнить инициализацию сети (задание начальных значений весовых коэффициентов и порогов нейронов нейронной сети), а затем задать ей начальные значения входов и провести тестирование сети. После чего необходимо обучить нейронную сеть на обучающей выборке и сеть готова к работе.

Следующим шагом есть проверка сети на тестовой выборке и при допустимом уровне ошибки сети она готова к использованию в составе экспертной системы диагностики.

РОЗРОБКА САПР СТУПІНЧАТОГО ВАЛА В СИСТЕМІ POWERSHAPE

Приходько Д.О., студент; Зинченко Р.М., доцент

На сьогоднішній існує багато програмних забезпечень, які дозволяють виконувати креслення на ЕОМ, що значно спрощує роботу над проектами та значно скорочує час на їх реалізацію. Також відмінною рисою програмного проектування від класичного креслення є можливість створення 3D моделей, що значно підвищує наочність, щодо створюваного об'єкту і дозволяють більш повно визначити його відповідність необхідним параметрам. Одним з провідних програмних забезпечень в цій галузі на сьогоднішній день є розробка компанії Delcam під назвою PowerSHAPE. Дане програмне забезпечення, що входить до комплексу PowerSolution (який на сьогоднішній день окрім PowerSHAPE містить також такі пакети як PowerMILL – система автоматизованої технологічної підготовки виробництва деталей складної геометрії для багато координатних фрезерних верстатів з ЧПК; ArtCAM – система створення художніх рельєфів, що має вбудований модуль розрахунку програм; SolidCAM – система зворотного проектування готових деталей заданими з координатно-вимірювальних машин; PowerINSPECT – система автоматизованого контролю деталей складної геометрії за допомогою координатно-вимірювальних машин) і дозволяє виконувати автоматизоване геометричне моделювання. Компанія Delcam є однією з перших компаній-розробників програмного забезпечення, яка почала активне впровадження САПР не тільки на підприємствах, але і в системі освіти. Взаємодія компанії-розробника, промислових підприємств і освітніх установ привела до формування сумісних проектів, укладання договорів на цільову підготовку фахівців, скорочення термінів адаптації випускників на підприємствах і, зрештою, підвищення ефективності виробництва.

Дана робота націлена на розробку САПР для деталі типу «ступінчатий вал». Це програмне забезпечення створює 3D модель способом покрокового введення параметрів для кожної ступені ступінчатого валу. Програма дозволяє по введеним параметрам ступенів, а в програмі є три варіанта задання ступенів: циліндрична, конічна, та поверхня за кривою, будувати тривимірну модель валу. Ця програма дозволяє як збільшити коло користувачів даного програмного забезпечення так значно спростити і прискорити процес проектування деталі типу «ступінчатий вал». Дане програмне забезпечення спрямоване також на отримання економічного ефекту, який може досягнутися шляхом зменшення часу, що необхідно проектувальнику для створення креслень даних деталей.

РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ВИКОРИСТАННЯ ЕКСПЕРТНИХ СИСТЕМ ІЗ НЕЧІТКОЮ ЛОГІКОЮ В СИСТЕМАХ ДІАГНОСТИКИ СТАНУ РІЗАЛЬНИХ ІНСТРУМЕНТІВ

Козинець Л.О., студентка; Зинченко Р.М., доцент

У сучасному машинобудуванні автоматизація процесів є важливим аспектом. Побудова систем автоматичної діагностики та управління процесом різання, що забезпечують необхідну якість, високу продуктивність і мінімальні витрати на обробку деталей машин на металорізальних верстатах, особливо в умовах гнучкого автоматизованого виробництва, була і продовжує залишатися пріоритетною науково-технічною проблемою. Завданням даної роботи є розробка експертної системи на основі нечіткої логіки для діагностики стану ріжучих інструментів.

На основі нечіткої логіки були розроблені нові високоефективні методи багаторівневого розпізнавання відмов ріжучої частини інструменту. Розроблено нову концепцію багаторівневого розпізнавання відмов ріжучих інструментів, заснована на послідовному аналізі та розпізнаванні класів макро-дефектів контактних поверхонь, дефектів і мікродефектів. Розробка таких концепцій є основою для формування нечітких моделей управління технологічною системою верстата за станом інструменту. Використовували методи регресійного аналізу разом з нечіткою логікою для подолання проблем зносу інструмента. Розроблено механізм для визначення зносу інструмента за допомогою сили різання.

У даній роботі створено методи і алгоритми автоматизованого розпізнавання станів ріжучої частини за допомогою нечітких множин. Отримані дані використовувалися для навчання та тестування. Користувальницький інтерфейс розроблений з використанням програми Matlab Toolboxes.

Існуючі системи автоматичної діагностики стану процесу різання мають цілу низку істотних недоліків і не задовольняють у повній мірі вимогам сучасного гнучкого автоматизованого виробництва, так як не забезпечують функціонування з високою точністю і достовірності в реальному масштабі часу. В свою чергу розроблена методика прагне до усунування таких недоліків.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТАТИЧЕСКОЙ И ДИНАМИЧЕСКОЙ ЖЕСТКОСТИ СТАНКОВ НА ОСНОВЕ МЕХАНИЗМОВ С ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ СТРУКТУРОЙ

Емельяненко С.С., ассистент; Кириченко В.Н., студент

Необходимость в обработке сложных пространственных поверхностей с применением новейших технологий обработки, таких как высокоскоростное концевое фрезерование, требуют создания нового технологического оборудования обеспечивающего высокие показатели производительности и точности обработки. Для решения такого рода задач в последние годы во всем мире начали широко применять станки основанные на механизмах с параллельной кинематикой, что позволило не только обеспечить вышеуказанные требования к процессу обработки, но и повысить качество обрабатываемых изделий.

В основе станков с параллельной кинематикой (СПК) лежит структура представляющая собой выходное звено, связанное с основанием несколькими кинематическими цепями, как правило, одинаковой структуры. При этом каждая из цепей содержит привод или налагает какие-либо связи на движение выходного звена. В отличие от традиционного оборудования, такие структуры имеют замкнутые кинематические цепи и воспринимают нагрузку как пространственные фермы, что обуславливает повышение точности и жесткости конструкции. Кроме выше указанных достоинств у СПК отсутствуют напряжения изгиба в штангах, которые работают только на растяжение и сжатие; они имеют простую базовую конструкцию; сравнительно просто собираются благодаря введению в систему управления позиции неподвижных точек шарниров; не требуют особо высокой точности при изготовлении и сборке; имеют невысокую перемещаемую массу и как следствие возможность использования высоких ускорений и наконец, они идентичны в используемых приводах и других компонентах, которые могут быть легко унифицированы.

Основными критериями, применяемыми для оценки рабочих характеристик СПК, принято считать: точность в рабочей области; жесткость в рабочей области; объем рабочей области; отсутствие положений в рабочей области или в процессе обработки заданной поверхности; объем станка.

В тоже время, как при проектировании, так и при создании технологического процесса обработки деталей на данном виде оборудования следует помнить об изменении величины жесткости в зависимости от точки положения инструмента в рабочей области и угла его наклона.

Оценить возможность рассматриваемого компоновочного решения и сделать вывод о целесообразности дальнейшей проработки варианта компоновки на стадии проектирования возможно двумя основными методами: путем аналитического расчета, что требует для каждой конкретной компоновки вывода сложных математических зависимостей и второй путь, состоящий в использовании 3-D моделирования с дальнейшим применением специальных программных пакетов инженерного анализа.

К ВОПРОСУ О ПРИМЕНЕНИИ СОВРЕМЕННЫХ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ ПО ПРЕДМЕТУ МЕТАЛЛОРЕЖУЩЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Дмитренко А.Ю., студент; Кутовой Н.П., ассистент

В связи с тем, что Украина принимает структуру образования Болонской формы и современная социально-экономическая ситуация в стране переходит на новый уровень развития, то в системе образования получается такая ситуация, что традиционные формы получения образования и модели обучения не могут удовлетворить потребностей в образовательных услугах. А также услуги образования могут быть востребованы далеко за пределами страны, в которой находится ВУЗ. В связи с вышеперечисленными проблемами, в настоящее время очень актуальной является развитие такой формы обучения, как дистанционное.

Дистанционное обучение - новая организация образовательного процесса. В данном процессе доставка обучаемым основного объема изучаемого материала происходит посредством информационных технологий. А интерактивное взаимодействие обучаемых и преподавателей в процессе обучения, предоставляет студентам возможности самостоятельной работы по освоению изучаемого учебного материала, а также оценку их знаний и навыков в процессе обучения.

Наиболее распространёнными средствами предоставления учебного материала являются:

- интерактивное телевидение;
- с помощью интернета (сети региональных и глобальных значений), с различными дидактическими возможностями в зависимости от используемых конфигураций (текстовых файлов, мультимедийных технологий и т.д.);
- сочетание компьютера и дисков.

Рассмотрев все вышеперечисленные средства предоставления учебного материала, видно, что занятия, проводимые при помощи интерактивного телевидения могут проводиться в прямом эфире, по средствам камеры, без различных программных наработок. Другие средства, это передача данных по интернету и передача дисков с занятиями требуют определенной подготовки, то есть разработки дистанционных занятий с помощью различных программных продуктов, таких как Delfe, Flesh программирование и т.д. Для разработки каждого предмета может быть использовано свое отличное от других программное обеспечение, так как любой предмет имеет свои нюансы.

Таким образом, прежде чем начать разработку занятий нужно сперва определить возможности программного продукта, хорошо разбираться в предмете, знать не только, как донести знания, но и как провести контроль для дальнейшей оценки знаний студента.

Что касается разработки лабораторных занятий по предмету «металлообрабатывающее оборудование», то здесь тоже нужно знать специфику данного предмета. Лабораторные занятия по данному предмету проводятся с целью ознакомления студентов с современными механизмами, станками, приспособлениями, используемыми в обработке металла, а также для приобретения первичных навыков по расчету и установке вышеперечисленных механизмов.

Для примера проводилась разработка лабораторной работы по предмету «металлообрабатывающее оборудование» по теме «Механизмы металлорежущих станков». Специфика данной работы в том чтобы ознакомить с кинематикой, механизмами металлорежущих станков и принципами их работы.

Занятие разрабатывалось при помощи Flesh программирования. В ходе работы стало ясно, что данный программный продукт, возможно, использовать как связующее звено, то есть как трафарет, в который нужно вставить нужные данные. Для разработки демонстрационных материалов по данному предмету данный программный продукт не предназначен. Что касается демонстрации работы механизмов, то их пришлось разрабатывать в программной среде SolidWorks. Сначала были созданы 3D модели составляющих механизмов, потом сборки, которые впоследствии подвергались процессу анимации. Таким образом, были созданы реальные демонстрационные материалы, которые впоследствии были прикреплены к основной базе.

После разработки демонстрационных материалов возникает вопрос о проверке познаний по данному лабораторному занятию. Решение данной проблемы возможно и при помощи базового программного обеспечения.

Проанализировав процесс разработки лабораторной работы по предмету, были получены следующие выводы:

- специфика данного предмета требует демонстрационного предоставления работы механизмов, которые зачастую в условиях работы оборудования трудно получить;
- откуда следует, что нужно разрабатывать имитационные модели работы механизмов;
- при разработке дистанционного лабораторного занятия по предмету «металлообрабатывающее оборудование» должно использоваться несколько программных продуктов.

Как бы не сложен и не трудоемок был бы процесс разработки занятий по дистанционному обучению, все таки оно обладает следующими преимуществами, такими как доступность, большим слоям населения, данный вид обучения дешевле и эффективнее так как Вы сами устанавливаете график работы, заниматься можно в любой точке мира где есть компьютер и интернет, возможно обучение без отрыва от производства, а также с развитием компьютерной техники будет улучшаться и быстрее обновляться материал, излагаемый в занятиях.

СВОЙСТВА КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ УГЛЕВОЛОКНА

Резниченко С.М., аспирант

На ранних этапах развития композиционных материалов стекловолокна использовались в матрицах с эпоксидной смолой. Это композитный материал использовался для обтекателей антенны радиолокатора и вертолетных лопастей, но оказался не пригодным для использования в конструкции крыла самолета из-за его низкой жесткости. В 1960-ых, был изобретено новое волокно, называемое кевларом. Это материал не уступал в жесткости и даже превосходил стекловолокно. Выше упомянутые композиционные материалы являются очень жесткими и трудными в обработке. Они использовались во вторичных конструкциях. Первыми оказавшимися достаточно прочными для использования в основных узлах, были стеклопластики. Эти композиционные материалы были заменены пластиками армированными углеродистым волокном - углепластиками (УП), которые имеют подобные стекло волокну свойства, но более дешевыми. Как правило, у УП модуль упругости в 3 раза превышает модуль упругости стеклопластиков, и в 1,5 раза кевлара и кевлар/алюминия.

Применение УП в аэрокосмической отрасли сопряжено с рядом сложностей. УП является хрупким материалом, который не поддается пластической деформации в области концентрации напряжений. Его прочность снижается при столкновении, эпоксидная смола может впитывать влагу, что ослабляет матричные связи. Это в свою очередь, приведет к снижению прочности при сжатии.

С другой стороны, жесткость УП менее подвержена изменению, чем прочность, что делает УП более устойчивыми к усталостному разрушению, чем металл. Подсчитано, что замена 40 % конструкции из алюминиевого сплава на УП приведет к 12% снижению веса всей конструкции. Сравнение механических свойств КМ может быть найдено, например, в работах Teti R.

В последних моделях самолетов УП широко применяется в крыльях, хвостовых стабилизаторах и передней части фюзеляжа. Использование УП при изготовлении вертолетных лопастей позволило существенно увеличить срок их службы. Основным критерием, при выборе материала для лопастей, была его способность сопротивляться усталостному разрушению, с чем УП отлично справились. Удельная прочность (прочность/плотность) и модуль упругость (упругость /плотность) высокопрочных волокон, особенно из углерода, выше, чем прочных аэрокосмических материалов, в том числе и металлов. Следует отметить, что прочность КП зависит от направления приложения силы. Низкая прочность в направлении толщины листа из УП ограничивает применение этого материала при трехмерном нагружении.

ВЛИЯНИЯ ИОННО-ЛУЧЕВОЙ ИМПЛАНТАЦИИ АЗОТОМ НА АДГЕЗИОННЫЕ СВОЙСТВА ТВЕРДОГО СПЛАВА ВК8

Залогова О.А., аспирант

В связи со все более широким применением высокопрочных конструкционных материалов, которые, как правило, отличаются низкой обрабатываемостью резанием, а также необходимостью повышения производительности механической обработки и обеспечения все более жестких требований к точности размеров, формы, взаимного расположения обрабатываемых поверхностей, особенно острой стала проблема внедрения в промышленность либо новых инструментальных материалов, либо совершенствование (улучшение) традиционно применяемых, что, как правило, значительно экономичнее. Одним из эффективных улучшения прочности инструментального материала и его трибологических свойств в паре с обрабатываемым материалом является модификация рабочих поверхностей лезвия инструмента с помощью ионной имплантации, что позволяет существенно повышать эффективность рабочих процессов резания и увеличивать износостойкость лезвий в заданных условиях. Поверхностное упрочнение с помощью ионной имплантации является также и одним из способов увеличения прочностных свойств инструментов из металлокерамических твердых сплавов. Имплантация атомов внедрения создает в поверхностном слое напряжения сжатия, которые препятствуют выкрашиванию карбидов и способствуют повышению стойкости инструмента. Таким образом, в результате низкоэнергетической ионно-лучевой обработки инструментального материала на имплантированной поверхности образуется модифицированный слой с высокими триботехническими и физико-механическими характеристиками. Исследования проводились методом вдавливания в полупространство (поверхность образца из обрабатываемого материала) сферического индентора из модифицированного твердого сплава. Этот метод, на наш взгляд, позволяет получить наиболее достоверные количественные величины характеристик адгезионного взаимодействия инструментального и обрабатываемого материалов в условиях, близких к тем, что имеют место на передней поверхности в процессе резания. Проведенные с помощью этой методики исследования на натуральных образцах показали, что ионно-лучевая имплантация азотом поверхности твердого сплава ВК8 способствует снижению способности адгезионных связей в парах «сталь 45-ВК8И» и «сталь 12Х18Н10Т-ВК8И», что приводит к существенному уменьшению адгезионной составляющей коэффициента трения при больших контактных нормальных напряжениях, а, следовательно, к уменьшению среднего коэффициента трения при резании исследованных сталей имплантированным инструментом из ВК8, снижению сил и температуры резания, а также к повышению стойкости инструмента.

ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ СМАЗОК НА АДГЕЗИОННУЮ СОСТАВЛЯЮЩУЮ СИЛЫ ТРЕНИЯ ПРИ РЕЗАНИИ

Залогова О.А., аспирант

В последнее время появляются всё более совершенные конструкционные материалы, новые инструментальные материалы, покрытия, СОТС и режущие инструменты. Известно, что в процессе контактного взаимодействия лезвия со срезаемым слоем, стружкой и поверхностями на обрабатываемой детали (заготовке) возникают силы сопротивления скольжению, выделяется тепло и, следовательно, повышается температура, что в комплексе вызывает интенсивное изнашивание режущего инструмента.

Одним из эффективных путей управления контактным взаимодействием инструмента со стружкой и заготовкой является применение различных СОТС. Для прогнозирования влияния различных факторов на контактное взаимодействие используется математическое моделирование.

Построение математической модели процесса обработки резанием (как и любого другого процесса) предусматривает установление взаимосвязей между параметрами изучаемого процесса. При моделировании влияния СОТС на процесс резания во взаимодействии с другими факторами, определяющими этот процесс, предусматривается рассмотрение влияния отдельных СОТС. В данном случае в качестве оценочного параметра влияния СОТС выбран коэффициент трения, определяемый экспериментом.

Исследования проводились методом вдавливания в полупространство (поверхность образца из обрабатываемого материала) сферического индентора из быстрорежущей стали Р6М5 в образец из стали 12Х18Н10Т. Результатом данных исследований было получение минимального значения адгезионной составляющей коэффициента трения, который учитывает нелинейное поведение материала и поэтому именно этот коэффициент может быть принят в качестве базы для сравнения пар трения, в условиях близких к тем, что имеют место на передней поверхности в процессе резания. Проведенные с помощью этой методики исследования на натуральных образцах дали возможность количественно сравнивать количественные величины характеристик адгезионного взаимодействия материалов в процесс резания, а также выявить влияния различных СОТС на адгезионную составляющую коэффициента трения при резании. На основании проведенных исследований стало возможным построить математическую модель для данной пары материалов в присутствии СОТС.

ПРОЕКТ МОДЕРНИЗАЦИИ СТАНКА МОДЕЛИ 6М82

*Мелута Д.А., студент; Одинцов А.В., студент; Пличка М.С., студент;
Ткаченко Д.С., студент*

Современные машиностроительные предприятия Украины не смогут выжить в международной конкуренции, если не будут выпускать новые продукты лучшего качества, более низкой стоимости и за меньшее время. Поэтому в заводской практике все чаще используются средства компьютерной техники для того, чтобы автоматизировать и связать друг с другом задачи проектирования и производства. Для этой цели, как правило, используются технологии автоматизированного проектирования (САД), автоматизированного производства (САМ) и автоматизированной разработки или конструирования (САЕ). Таким образом, сокращается время и стоимость разработки и выпуска изделий машиностроения.

Достижения в области применения новых технологий позволяют на базе металлообрабатывающих станков устаревших конструкций быстро и с наибольшей эффективностью создавать современное оборудование с расширенными функциональными возможностями. При этом помимо простого восстановления станка до рабочего состояния необходимо постоянное усовершенствование и внедрение собственных, прогрессивных технических решений и наработок.

В Сумском государственном университете разработан проект модернизации универсального консольно-фрезерного станка модели 6М82. При работе широко использовались компьютерные технологии проектирования, ускоряющие и облегчающие создание, изменение, анализ и оптимизацию проектов.

Геометрическое моделирование выполнено в среде САД систем КОМПАС и SolidWorks, которые относятся к системам автоматизированного проектирования среднего уровня. С их помощью была решена одна из основных задач проектирования – достоверно описана геометрия конструкции, которая в значительной мере предопределяет все последующие этапы жизненного цикла станка. Для проектирования использована система КОМПАС-3D, с помощью которой создавались трехмерные модели отдельных деталей и сборочных единиц, в полном объеме и достоверно описывающие конструкцию станка. Геометрия, определенная в этой системе, использовалась в качестве основы для дальнейших операций по анализу взаимных перемещений деталей в процессе их сборки и непосредственного исполнения станком производственных функций (модуль Анимация, системы SolidWorks). Помимо этого выполнялся конечно-элементный анализ упруго-деформированного состояния наиболее нагруженных деталей (модуль CosmosWorks системы SolidWorks).

Применение изложенного подхода позволило реализовать одно из наиболее значимых преимуществ САД, заключающееся в экономии времени и сокращении количества ошибок, связанных с необходимостью определять геометрию конструкции с нуля каждый раз, когда она требуется в расчетах.

МОДЕЛЮВАННЯ РЕАЛЬНОЇ ПОВЕРХНІ ВИПАДКОВИМИ ФУНКЦІЯМИ

Терещенко В.А., студентка; Лагута Г.Г., доцент

При моделюванні технологічних операцій обробки суттєвим є питання щодо представлення реальних поверхонь, які обробляються.

Запропоновано розглядати модель реального профілю поверхні як випадкову функцію. Показано, що ця випадкова функція може розглядатися як стаціонарна функція.

Розглянуто задачу моделювання реального профілю поверхні відповідно до видів відхилень форми: конусоподібності, сідлоподібності, бочкоподібності.

Характерною особливістю стаціонарних випадкових функцій є можливість їх апроксимації лінійними комбінаціями гармонійних коливань. Відповідно до цього здійснено розкладання стаціонарних випадкових функцій у тригонометричні ряди.

Випадкові стаціонарні функції, що представлені тригонометричними рядами можна розглядати як канонічні розкладання.

Відомо, що за канонічним розкладанням випадкової функції можна побудувати канонічне розкладання її кореляційної функції з тими ж координатними функціями та коефіцієнтами, що дорівнюють дисперсіям випадкових коефіцієнтів в канонічному розкладанні випадкової функції.

Отримано, що канонічні розкладання кореляційних функцій реального профілю поверхні, в залежності від виду відхилення форми, мають вид:

– конусоподібність

$$k_r(\Delta l) = D_0 + \sum_{k=1}^m D_k \cos \frac{k\pi}{2L} \Delta l,$$

де D_0 , D_k – дисперсії випадкових коефіцієнтів; k – номер гармоніки, непарні числа; L – 1/2 довжини поверхні;

– сідлоподібність (бочкоподібність)

$$k_r(\Delta l) = D_0 + \sum_{k=1}^m D_k \cos \frac{k\pi}{L} \Delta l;$$

– овальність

$$k_r(\psi) = D_0 + D_0 \cos 2\psi.$$

Визначені дисперсії випадкових коефіцієнтів у виразах кореляційних функцій, а саме:

$$D_0 = D_r, \quad D_k = \frac{64}{k^4 \pi^4} D_r$$

де D_r – дисперсія поточного розміру реальної поверхні, $D_r = const$.

МОДЕЛЮВАННЯ РЕАЛЬНОЇ ПОВЕРХНІ ЯК ТОЧКОВО ЗАДАНОЇ ПОВЕРХНІ

Юнак А.С., студентка; Лагута Г.Г., доцент

У практиці контролю реальної поверхні вимірювальний засіб, виступаючи в якості фільтра, обмежує спектр випадкового процесу, реалізацією якого є реальна поверхня. Згідно з теоремою В.А.Котельникова, кожен випадковий процес з обмеженим спектром однозначно визначається своїми вибірковими значеннями в точках, розділених певними проміжками. Таким чином, неперервна реальна поверхню цілком може бути представлена в дискретному вигляді своїми окремими точками.

При визначенні кількості точок для ділянки реальної поверхні, що відповідають адекватному її представленню, природно скористатися залежністю

$$N = E \left[\frac{l}{v} \right] + 1,$$

де E – індекс, ціла частина числа; l – довжина ділянки; v – відстань між сусідніми точками.

Дослідження кореляційних функцій за результатами вимірювання похибки обробки, виконане в «ЭНИМС», показало, що ці функції добре апроксимуються експонентами. При цьому відстань між сусідніми точками можна визначити за формулою

$$v = \frac{1}{|\mu|} \ln \frac{D_r + D}{D_r - D},$$

де D_r – дисперсія поточного розміру; D – дисперсія відхилення від інтерполяції; μ – показник експоненти,

Здійснено заміну теоретичних кореляційних функцій експонентами на відповідних інтервалах зміни їх аргументу.

Отримано, що показник експоненти кореляційної функції залежить тільки від виду відхилення форми, а саме:

– для конусоподібності

$$k_r(\Delta l) = k_1 D_r \exp(-0,30 \cdot \Delta l);$$

– для сідлоподібності (бочкоподібності)

$$k_r(\Delta l) = k_2 D_r \exp(-0,46 \cdot \Delta l);$$

– для овальності

$$k_r(\psi) = k_3 D_r \exp(-1,30 \cdot \psi),$$

де k_1, k_2, k_3 – коефіцієнти.

В доповіді представлені результати розрахунку числа точок, які адекватно характеризують неперервну реальну поверхню.

**МЕТРОЛОГІЯ, СТАНДАРТИЗАЦІЯ
ТА СЕРТИФІКАЦІЯ**

ДО ПИТАННЯ ПРО ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СЕРВІСНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ КОМПРЕСОРНОЇ ТЕХНІКИ

*Акулов А.В., пров. Інженер, ООО «Головкомпресормаш - Сервіс»;
Дядюра К.О., доцент, СумДУ*

Розвиток вітчизняної промисловості, і зокрема машинобудівної галузі, в умовах вимог ринкових відносин, глобалізації світової економіки, що постійно змінюється, вимагає розробки комплексної програми цілеспрямованих заходів, які направлені на підвищення конкурентоспроможності продукції виробничо-технічного призначення.

Конкурентна перевага, яка визначає позицію підприємства в машинобудівній галузі, полягає або в здатності розробляти, випускати і продавати продукцію з меншими витратами, ніж конкуренти, або в спроможності забезпечити замовника унікальною і більшою цінністю у вигляді нової якості товару, особливих споживчих властивостей або післяпродажного сервісного обслуговування.

Як правило, робота по управлінню якістю на сучасних підприємствах організована відповідно до вимог стандартів ISO і має комплексний характер, що охоплює усі стадії життєвого циклу виробу (ЖЦВ): проектування, виготовлення та експлуатацію. Згідно вимог до системи управління якістю, установлених у стандарті ДСТУ ISO 9001:2009 організація повинна відстежувати інформацію стосовно сприйняття замовником того, чи задовольнила організація його вимоги, оскільки це є одним з показників системи управління якістю (п. 8.2.1).

Однією з найбільш важливих і до кінця ще не розв'язаних проблем є забезпечення якості компресорного обладнання при експлуатації. Експлуатація технологічного обладнання є складним процесом, що складається з різних періодів, під час яких його працездатність або знижується, або відновлюється. При цьому для різних машин залежно від їх призначення характерні певні поєднання періодів і різна їх тривалість. Періоди консервації і транспортування мають місце лише на початковому етапі експлуатації. Основними при експлуатації є періоди роботи і простоїв при технічному обслуговуванні і ремонті, а також простої при неповному використанні обладнання за призначенням.

При організації процесу експлуатації важливим завданням є забезпечення надійності компресорного обладнання. Надійність таких технічно складних систем залежить від надійності окремих елементів (деталей, вузлів, кінематичних пар та ін.) при їх взаємодії. Вихід із ладу «слабких» елементів супроводжується розвитком процесів, що приводять до відмови системи в цілому. Сучасні компресори конструюють і виготовляють на основі використання передових науково-технічних рішень, що

підвищують надійності основних вузлів, скорочують об'єми і терміни проведення робіт по технічному обслуговуванню і ремонту техніки

У даний час для пояснення причин втрати компресором працездатності і прогнозування терміну його служби застосовують різні теорії, що охоплюють діапазон від макрорівня до рівня кристалічної решітки. З кожною новою моделлю збільшується кількість деталей, що не потребують обслуговування і ремонту, а ті, яким воно потрібне, зроблені максимально міцними, щоб знизити витрати на експлуатацію до мінімального рівня. Термін експлуатації машинобудівного виробу виробничо-технічного призначення з одного боку, визначається різними внутрішніми і зовнішніми процесами, які впливають на вихідні параметри, з іншого боку – зміною умов застосування або потреб замовника. Заміна виробів може бути викликана економічними причинами. Момент настання відмови технічної системи є випадковим величиною, але процес наближення системи до нього визначається рядом детермінованих факторів. У зв'язку з цим фіксація кількісних параметрів цих факторів в деякі послідовні моменти часу, і подальший прогноз еволюції системи є основним завданням логістичної підтримки виготовлення компресорного обладнання його стандартизації і уніфікації.

На практиці вирішення подібних завдань складає основу сервісу різного технологічного обладнання. Це вимагає розробки відповідних математичних прогностичних моделей, які б адекватно описували процес деградації технічного стану піднаглядного обладнання. Побудова ефективних систем управління технічним обслуговуванням і ремонтом компресорного обладнання неможлива без розробки і застосування логістичної структури виробу і логістичної структури його функцій, що дозволить підприємству виділяти проблемні з точки зору якості номенклатурні позиції і відповідно випускати високоякісну, конкурентоспроможну продукцію, а відповідно успішно розвиватися в довгостроковій перспективі.

Цілеспрямоване проведення робіт по виявленню слабких по надійності елементів припускає наявність зворотного зв'язку між процесами проектування, виготовлення і експлуатації, при проведенні сервісного або гарантійного обслуговування. Для досягнення вказаних цілей і реалізації завдань, в роботі розглянуті наступні питання:

- розроблена методологія створення організаційної і функціональної структури по збору і аналізу інформації;
- визначений склад (зміст) облікових форм, що містять інформацію про надійність;
- визначений об'єм інформації, що переробляється;
- уточнений склад математичного забезпечення;
- оцінений склад технічних засобів системи.

ОПТИМІЗАЦІЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ЗАГОТІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА ЗА КРИТЕРІЯМИ ЗАДОВОЛЕНОСТІ ЗАЦІКАВЛЕНИХ СТОРІН

Залога В.О., професор; Динник О.Д., аспірант; Івченко О.В., асистент

Одним з основних інструментів удосконалення діяльності машинобудівних підприємств в області якості є не лише оцінювання якості продукції (послуг), але й системи управління якістю (СУЯ) заготівельного виробництва (ЗВ). Від оптимальності рішень, що приймаються під час оцінювання, залежить успіх ЗВ та підприємства в цілому, його конкурентоспроможність.

На сьогодні при оцінюванні СУЯ особлива увага приділяється розумінню та ідентифікації потреб й очікувань всіх зацікавлених сторін підприємства. У зв'язку з цим дослідження, присвячені розробці й вживанню методів моделювання та оптимізації управління якістю на основі критеріїв задоволеності зацікавлених сторін є особливо актуальними.

Під зацікавленими сторонами ЗВ пропонується розуміти споживачів, персонал, акціонерів, вище керівництво, постачальників та суспільство. Стосунки ЗВ з будь-якою із зацікавлених сторін повинні будуватися на основі прагнення щодо досягнення взаємної задоволеності.

Таким чином, в сучасних умовах універсальною стратегією СУЯ ЗВ повинне стати забезпечення збалансованого зростання рівня задоволеності всіх зацікавлених сторін.

Вирішення задачі оптимізації СУЯ ЗВ на основі задоволеності зацікавлених сторін організації в дослідженні пропонується здійснювати в такій послідовності:

1. Визначення глобального критерію зацікавленості всіх зацікавлених сторін в дослідженні здійснювалось за формулою:

$$Q = \frac{\alpha_{cn} Q_{cn} + \alpha_{np} Q_{np} + \alpha_{ak} Q_{ak} + \alpha_{vk} Q_{vk} + \alpha_{nc} Q_{nc} + \alpha_{cyc} Q_{cyc}}{Q_{cn} + Q_{np} + Q_{ak} + Q_{vk} + Q_{nc} + Q_{cyc}}, \quad (1)$$

де Q_{cn} , Q_{np} , Q_{ak} , Q_{vk} , Q_{nc} , Q_{cyc} , - локальні комплексні критерії задоволеності зацікавлених сторін: споживачів, персоналу, акціонерів, вищого керівництва, постачальників і суспільства відповідно;

α_{cn} , α_{np} , α_{ak} , α_{vk} , α_{nc} , α_{cyc} — вагові коефіцієнти важливості відповідних локальних критеріїв задоволеності.

2. Побудова імітаційної моделі СУЯ ЗВ на основі оцінювання задоволеності зацікавлених сторін. В якості імітаційної моделі приймаються залежності задоволеності будь-якої зацікавленої сторони від ступеню

виконання вимог до процесів системи управління якістю заготівельного виробництва.

3. Урахування взаємозв'язку між зацікавленими сторонами. Для раціонального управління системи управління якістю заготівельного виробництва на основі задоволеності зацікавлених сторін необхідно враховувати існуючі взаємозв'язки між цими сторонами, а отже, і взаємний вплив різних критеріїв, за якими оцінюється задоволеність зацікавлених сторін. Цей взаємозв'язок можна врахувати через міру важливості рівня задоволеності якоїсь окремої зацікавленої сторони для досягнення глобальним критерієм задоволеності всіх зацікавлених сторін свого максимального значення.

$$(Q_{\max} - Q_j^*) = \Theta \left(Q_{\max} - \sum_{i=1}^{N-1} Q_i \alpha_i \right) + (1 - \Theta)(Q_{\max} - Q_j), \quad (2)$$

де i, j - позначення зацікавлених сторін;

Θ - коефіцієнт відносної важливості;

Q_j - міра задоволеності j -ї зацікавленої сторони без урахування її взаємозв'язку з іншими зацікавленими сторонами;

Q_j^* - міра задоволеності j -ї зацікавленої сторони з врахуванням взаємозв'язку з іншими зацікавленими сторонами;

α_i - ваговий коефіцієнт i -ї зацікавленої сторони.

Чим ближче коефіцієнт відносної важливості до нуля, тим істотніше, на думку особи, що приймає рішення, буде зменшення значення комплексного критерію задоволеності інших сторін при зменшенні міри задоволеності j -ї зацікавленої сторони на одну одиницю в прийнятій шкалі вимірів. Це також означає, що j -та зацікавлена сторона володіє істотною важливістю по відношенню до інших зацікавлених сторін.

4. Вирішення задачі оптимізації системи управління якістю заготівельного виробництва на основі задоволеності зацікавлених сторін полягає у побудові моделі шляхом проведення серії варіантних розрахунків за схемою планування експерименту.

Таким чином, під час досліджень за допомогою оцінки критеріїв задоволеності зацікавлених сторін в діяльності заготівельного виробництва отримали механізм, який дозволив визначати параметри керуючого впливу на процеси заготівельного виробництва і налагоджувати їх у відповідності із прийнятими операційними пріоритетами. Це, в свою чергу, дозволить збільшити оперативність управління процесами заготівельного виробництва та скоротить витрати ресурсів на розробку й реалізацію запобіжних й коректуючи дій, а також вийти на принципово новий рівень управління процесами заготівельного виробництва.

АКТУАЛЬНІСТЬ ПИТАННЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОСВІТИ ФАХІВЦЯ ТЕХНІЧНОГО ПРОФІЛЮ В СФЕРІ ТЕХНІЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ

Загорулько Н.О., аспірант; Івченко О.В., асистент

У житті сучасного суспільства фахівець технічного профілю грає все зростаючу роль. Проблеми практичного використання наукових знань, підвищення ефективності наукових досліджень й розробок висувають сьогодні інженерну діяльність на передній край всієї економіки та сучасної культури. Суспільство з розвинутою ринковою економікою вимагає від інженера більшої орієнтації щодо питань якості та технічного регулювання.

Метою цієї публікації є обґрунтування необхідності забезпечення освіти майбутніх інженерів в сфері технічного регулювання засобами проектних технологій з метою підвищення якості професійної діяльності.

Новий підхід країн Європейського союзу до технічного регулювання базується на забезпеченні безпечності та якості продукції, мінімізації термінів постановки продукції на виробництво, та на задоволенні швидкозмінних вимог споживачів. Це призводить до спрощення дозвільної системи, скорочення персоналу підприємства, який займається питаннями стандартизації та підвищення підготовки інженерно-технічного складу підприємства в сфері стандартизації.

Якісна освіта розглядається світовим співтовариством як інструмент соціальної та культурної злагоди й економічного зростання. Потреби інтеграції України до європейського та світового освітнього простору зумовлюють необхідність розв'язання ряду складних проблем щодо модернізації професійної підготовки інженерів в сфері технічного регулювання в цілому.

В роботі проведено аналіз вимог складових нормативних документів щодо підготовки фахівців технічного профілю.

Таким чином, на сьогоднішній день існують нормативні вимоги щодо змісту підготовки фахівців інженерно-технічного профілю – освітні стандарти України з конкретних напрямків підготовки, які затверджені в установленому порядку. Встановлено, що ці документи не містять гармонізованих вимоги, щодо комплексної підготовки фахівців інженерно-технічного спрямування з питань технічного регулювання. Це не дозволяє в повній мірі забезпечити загально високоякісну підготовку фахівця технічного профілю в сфері їхньої професійної підготовки.

Вирішення цієї проблеми, на наш погляд, повинно базуватися на застосуванні проектних технологій, що дозволить організувати навчально-пізнавальну діяльність на основі використання різноманітних засобів навчання, інтегрування знань, умінь та навичок з різних навчальних дисциплін та галузей науки.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ФОРМИРОВАНИЮ ИНТЕГРИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Раджаб Заде Мортеза, аспирант; Ивченко А.В., ассистент

Реализация курса Украины на вступление в Европейский союз требует форсирования сроков подготовки отечественных предприятий к жестким условиям международных рынков. Это может быть достигнуто только через применение современных инструментов управления.

Отечественный производитель, реализующий продукцию на международном рынке, убедился в том, что без внедрения систем управления качеством невозможно найти торгового партнера, а тем более завоевать международные рынки сбыта и быть там конкурентоспособным. Именно конкуренция предусматривает жесткую борьбу за потребителя и вынуждает руководителей предприятий искать новые подходы для их удовлетворения.

В настоящее время одним из инструментов удовлетворения быстросменных требований потребителей является внедрение интегрированных систем управления. Интеграция процессно-ориентированных систем управления обеспечивает е подход к их разработке, функционированию и проверкам, что позволяет значительно снизить все виды расходов. Формирование модели интегрированной системы управления (ИСУ) зависит от целого ряда факторов (технологических, организационных, экологических) и осуществляется согласно одному из следующих вариантов: создание аддитивных моделей ИСУ, путем присоединения к системе управления качеством, выступающей в роли базовой системы, различных систем управления, или создание полностью интегрированных моделей, когда все системы управления объединяются в комплекс одновременно.

В работе были рассмотрены методические подходы формирования интегрированной системы управления предприятия на базе международных стандартов в сфере управления качеством, промышленной безопасности, экологического управления, социальной ответственности.

В ходе выполнения исследования на основе экспертного метода было проведено сравнение требований стандартов ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001, SA 8001. Установлена степень интеграции требований этих стандартов отдельно между собой. На основании этих результатов было проведено распределение по зонам величины степени интеграции в модели ИСУ. Зона, степень интеграции которой, находится в интервале от 0,1 до 0,4 включительно, было предложено считать зоной низкой интеграции, от 0,5 до 0,7 включительно – средней, от 0,8 до 1 включительно – высокой. Величина степени интеграции для некоторых требований стандартов равняется нулю, что означает отсутствие в стандартах требований, которые могли бы интегрироваться с требованиями стандарта ISO 9001, которые были положены в основу ИСУ.

Таким образом, в работе были определены зоны интеграции требований стандартов на системы управления и фазы формирования ИСУ, которые учитывают влияние синергетического эффекта.

ОЦІНКА РЕЗУЛЬТАТИВНОСТІ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ЯКОСТІ ІНСТРУМЕНТАЛЬНОЇ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА

*Залога В.О., професор; Івченко О.В., асистент;
Погоржельська Ю.О., асистент*

Внаслідок загострення конкуренції на ринку машинобудівної продукції виробники зацікавлені її конкурентоспроможністю, яка оцінюється через показники якості та вартості. Вагомою складовою якості та вартості машинобудівної продукції є ріжучий інструмент та технологічне оснащення. У своїх роботах автори наголошували, що підвищення якості та зниження собівартості інструменту можливе за рахунок впровадження сучасних підходів, які повинні бути направлені на підвищення якості процесів інструментальної підготовки виробництва (далі ІПВ). Все це обумовлює створення інформаційної системи управління якістю ІПВ на основі прогнозування витрат на її процеси.

Запропонована методика дозволяє оцінити результативність кожного процесу ІПВ, а потім проаналізувати отримані результати та оцінити результативність всієї інформаційної системи управління якістю ІПВ в цілому. Результативність процесу P_{ni} розраховується як відношення суми фактичних значень по кожному показнику витрат на якість даного процесу (Φ) до суми критеріїв значень витрат по цьому процесу (I). P_{ni} може набувати значень від 0 до 1, що розбиті на чотири інтервали. Оцінка результативності ведеться по запропонованим умовам: $P_{ni} = 0$ – процес не функціонує результативно та потребує розробки; $0 < P_{ni} < 0,3$ – процес функціонує не результативно та потребує втручання вищого керівництва; і т.д. до $P_{ni} = 1$ – процес функціонує результативно і не потребує розробки яких-небудь дій.

Розрахунок результативності системи управління якістю ІПВ ведеться за формулою:

$$P_{\text{св}}^{\text{ІПВ}} = \sum_{i=1}^n P_{ni} / \sum_{i=1}^n P_{ni}^{\phi}$$

де $\sum_{i=1}^n P_{ni}$ – початкова результативність інформаційної системи якості процесів ІПВ; $\sum_{i=1}^n P_{ni}^{\phi}$ – розрахункова результативність по кожному процесу, якій після прирівнювання розрахункової результативності з початковою привласнене значення базової результативності.

Оцінка результативності системи проводиться аналогічно результативності процесу.

Таким чином, запропонована методика забезпечує оперативне управління системою управління якістю ІПВ завдяки критеріальному підходу за кваліметричною шкалою значущості. Застосування систематичної оцінки результативності дозволить виявити невідповідності на рівні процесів та своєчасно розробити коригуючі дії, впровадження яких забезпечить постійне покращення якості як процесів так і системи в цілому.

УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ПРОЦЕСУ ЗАКУПІВЛІ НА ТЕС

Погоржельська Ю.О., асистент; Підпригора О.С., студент

Виробництво електроенергії в Україні базується, в основному, на атомній і тепловій енергетиці, частка останньої у загальному виробництві енергії складає близько 50 %. Потрібно зазначити, що в наш час при закупівлі палива, для ТЕС, на його якість не звертають значної уваги. Зазвичай для роботи теплових електростанцій закупають більш дешеве, низькосортне паливо. Протягом 1980 - 2000 рр. простежувалася тенденція до погіршення якості вугілля для ТЕС. На ТЕС поставлялися вугілля низької якості (3900 - 4600 ккал / кг), причому на кожен ТЕС, як правило, з 15-20 шахт. Погіршення якості вугілля приводить до збільшення витрати електроенергії на власні потреби на 1,0-3,5%, використання газомазутного палива для підсвічування до 30-35% по теплу, зниження ККД котлоагрегату на 2-3%, прискоренню зносу обладнання, погіршення екології. Постачання на ТЕС вугілля з різними характеристиками по зольності, виходу летких, температурі плавкості золи також негативно впливають на оптимізацію роботи котлоагрегату.

Аналіз роботи ТЕС показав, що вхідний контроль якості палива практично відсутній. Також нормативні документи на ТЕС не регламентують вимог до проведення оцінки постачальників палива.

Саме тому метою даної роботи є розробка рекомендацій по управлінню якістю процесів закупівлі на ТЕС шляхом дослідження нормативної документації на основі побудови моделі оцінки якості палива різних постачальників.

Для досягнення заданої мети пропонується застосування функції Харингтона (функції бажаності):

$$D = \sqrt[m]{\prod_{i=1}^m d_i^{Y_i}}$$

В основі побудови цієї узагальненої функції лежить ідея перетворення натуральних значень у безрозмірну шкалу бажаності. Методика комплексної оцінки є однією з найбільш обґрунтованих та передбачає отримання інтегрального показника на основі синтезування оцінок складових якості палива, які формують їх показники. В основі запропонованої методики комплексної оцінки лежить метод суми, що передбачає формування оцінок показників якості палива.

Таким чином, розроблений метод дозволяє здійснювати оцінку якості палива на ТЕС, враховуючи показники, які відрізняються за різними ознаками. В той же час запропонований метод дозволить підвищити якість процесу закупівлі шляхом здійснення оперативного вибору постачальників палива.

МЕТОД ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ДІЯЛЬНОСТІ УПРАВЛІНСЬКОГО ПЕРСОНАЛУ

Івченко О.В., асистент; Хярм В.М., аспірант; Карабаза А.А., студентка

Зміна принципів функціонування національної економіки, створення підприємств, що базуються на різних формах власності, конкуренція, яка вимагає впровадження нових технологій і перебудови організаційних структур (відповідальність перекладається безпосередньо на керівників організацій) викликала необхідність у підвищенні рівня кваліфікації сучасного менеджера і забезпечення ефективності системи управління персоналом в цілому. Сильний управлінський персонал організації – її конкурентна перевага над іншими організаціями, що сприяє отриманню додаткового прибутку. Необхідність фінансових та часових втрат – очевидна. Але цілком зрозуміло, що керівництво, яке здійснює вклад в розвиток трудового колективу, хоче бачити результат цього вкладу – підвищення ефективності праці. Тому керівництво організацій зацікавлене в оцінюванні менеджменту як демонстрації результатів своїх вкладів.

Управління персоналом як багатогранний і винятково складний процес має свої специфічні властивості і закономірності та повинне набути системного характеру і завершеності на основі комплексного рішення кадрових проблем, впровадження нових і удосконалювання існуючих форм і методів роботи, що є науково-практичною проблемою.

Таким чином, сьогодні вирішення питання розробки методу оцінювання роботи управлінського персоналу в сфері забезпечення якості управління людськими ресурсами в організаціях є актуальною науково-практичною проблемою.

В роботі на основі дослідження якісних, кількісних, комбінованих методів оцінювання якості діяльності управлінського персоналу запропоновано використати методи експертного оцінювання. Для практичної реалізації цього методу вибір показників (критерій) оцінювання проводили за допомогою експертного методу – «спосіб повного (подвійного) попарного зіставлення». Кількісна оцінка ділових і організаторських якостей проводили за допомогою «експертних оцінок у балах».

Практичну реалізацію запропонованого методу було проведено на ТОВ ТД «Петро і Павло».

За результатами проведених розрахунків можна зробити висновок, що запропонована метод оцінювання якості діяльності управлінського персоналу є адекватна, та дозволяє за мінімальних витрат приймати обґрунтовані рішення, щодо удосконалення як діяльності та особистих якостей окремого персоналу так і діяльність підприємства, щодо управління персоналом в цілому.

**ХІМІЧНА ТЕХНОЛОГІЯ
ТА ІНЖЕНЕРІЯ**

ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИКИ И ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ГАЗОСЕПАРАТОРОВ ТОНКОЙ ОЧИСТКИ

*Ляпощенко А. А., доцент; Логвин А. В., аспирант;
Парфило Ю. Г., студентка; Пономаренко Д. В., студент*

Необходимым условием качественной подготовки природного газа к дальнейшему транспортированию и его использование на промышленных предприятиях является его очистка от жидкой фазы и твердых частиц.

Сепарационное оборудование занимает основное место в нефтегазопромысловой технике и весьма значительное в нефтегазопереработке.

На современном этапе актуальным является усовершенствование газосепарационных технологий и техники на ряду с традиционно применяющимися низкокэффетивными способами и конструкциями.

Необходимое значение эффективности очистки газового потока при оптимальном значении гидравлического сопротивления достигается в газосепараторе тонкой очистки, в котором улавливание высокодисперсной капельной жидкости с газожидкостного потока осуществляется путем применения инерционно-фильтрующего механизма процесса сепарации.

Исследование гидродинамических процессов и оценка эффективности газосепаратора тонкой очистки проведены путем экспериментального исследования процесса сепарации в элементах батарейного циклона и патронного волокнистого фильтра, а также при компьютерном моделировании гидродинамических процессов в капле- и туманоулавливающих секциях двухступенчатого газосепаратора тонкой очистки природного газа.

При проведении эксперимента определены сопротивление сепарационных элементов при прохождении газожидкостного потока и однофазного газового потока, скорости движения газового и газожидкостного потока, эффективность сепарации для каплеуловителя и для туманоуловителя.

Анализируя результаты при проведении компьютерного моделирования можно определить геометрию зон пониженного давления; установить скорость газового потока внизу корпуса циклонного элемента, при выходе из выхлопной трубы, при проходе через завихрительные устройства; динамическое давление при входе в фильтрующий элемент, при выходе из него. Определено сопротивление сепарационных и фильтрующих сепарационных элементов.

Результаты экспериментального и компьютерного моделирования могут быть использованы для выдачи рекомендаций по конструированию промышленного образца газосепаратора тонкой очистки с высокоэффективными инерционно-фильтрующими газосепарационными элементами.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПОЛУЧЕНИЯ СПБТ ИЗ НЕСТАБИЛЬНОГО УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

Острога Р.А., студент; Ляпощенко А.А., доцент

В отличие от крупных НПЗ, которые нацелены на определенный состав сырья, на мини-НПЗ можно производить переработку сырья широкого углеводородного состава и свойств. Поэтому зачастую на мини-НПЗ поступает нестабильная нефть или газовый конденсат. При его переработке наиболее легкой фракцией является углеводородный газ. Массовый расход газа составляет 5% от исходного сырья. Улавливание газового потока, содержащего ценные углеводородные компоненты (пропан и бутан), является перспективой его дальнейшей переработки и, следовательно, повышением степени использования энергоресурсов Украины.

Поэтому, действующие технологические схемы установок мини-НПЗ должны быть подвергнуты усовершенствованию и модернизации. То есть актуально дооснастить эти установки для получения дополнительного целевого потока – углеводородного газа, из которого можно извлечь сжиженную пропан-бутановую фракцию. Пропан-бутан технический это смесь углеводородных газов, состоящая в основном из пропана и бутана. Он нашел широкое применение в качестве топлива для бытового назначения, как моторное топливо для автомобильного транспорта, в машиностроении для резки и сварки металлов и их термообработки, при изготовлении продуктов бытового назначения, потребляемых в виде аэрозолей (дезодоранты, освежители воздуха, аэрозольные краски и т.д.).

На нефтеперерабатывающих заводах наибольшее распространение получили следующие физические процессы разделения углеводородных газов на фракции: конденсация, компримирование и ректификация. В результате комбинирования этих процессов в различных сочетаниях разработаны технические предложения по переработке полученного углеводородного газа.

Снижение материальных и энергетических затрат производства является основой повышения конкурентоспособности предприятий. Для сравнения эффективности различных вариантов технологической схемы и выбора оптимальных значений режимных параметров широко использованы методы математического (компьютерного) моделирования. Для этих целей применен наиболее известный программный продукт HYSYS фирмы AspenTech (<http://www.aspentech.com>), ориентированный на моделирование химико-технологических процессов переработки углеводородных систем.

Таким образом, программный продукт HYSYS позволяет производить тестирование различных установок на компьютере, а также оптимизировать данный проект. Процесс моделирования помогает спрогнозировать возможные изменения и испытать новые варианты, которые могут сделать процесс надежнее и эффективнее.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ПОТОКОВ В ТРУБНОМ ГАЗО-ЖИДКОСТНОМ РЕАКТОРЕ

Михалевич И.А., студентка; Стороженко В.Я., профессор

Изучение закономерностей изменения основных гидродинамических параметров, характеризующих течение газо-жидкостных смесей, приобретает особое значение, так как без знания этих закономерностей нельзя обоснованно проектировать сборные трубопроводные системы и аппараты различных технологических процессов.

Для исследования процессов массообмена в системе газ-жидкость в промышленности широко используются насадочные аппараты, загруженные твердыми телами различной формы, а также барботажные колонны с различными конструкциями тарелок.

Наряду с положительными свойствами насадочные аппараты малоприспособлены при работе с загрязненными жидкостями, а в случае малых и переменных нагрузок по газу они работают неудовлетворительно.

С целью устранения указанных недостатков в последние годы все шире находят применение прямоточные трубчатые контактные устройства.

Изучению гидродинамики двухфазного газо-жидкостного потока в горизонтальных, вертикальных и наклонных трубах посвящено большое число исследований.

Рассмотрев эти работы можно сделать заключение, что решение вопроса создания новых трубчатых аппаратов для контакта жидкости и газа при малых и переменных расходах одной из контактирующих фаз, требует постановки и проведения дополнительных исследований и опытно-конструкторских проработок.

В работе исследованы вопросы гидродинамики трубчатых реакторов, предложенных для процессов хемосорбции. В том случае, когда химическая реакция в жидкой фазе не является лимитирующей стадией процесса, расход газа мал и изменяется во времени, а жидкость вязкая и склонна к пенообразованию, например, при окислении сточных вод озоном или при отбеливании сульфанола газообразным хлором.

В работе исследованы различные гидродинамические режимы движения двухфазного потока в горизонтальных и вертикальных трубах.

Установлено влияние соотношения фаз, числа Рейнольдса для жидкостного потока и вязкости жидкости на режим смешения газа и жидкости и степень неоднородности двухфазного потока по радиальному сечению.

Полученные данные по гидродинамике прямоточных трубчатых аппаратов позволяют выполнять проектирование промышленных установок с использованием трубчатых газо-жидкостных реакторов.

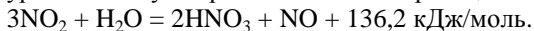
ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АБСОРБЕРА ТРУБЧАТОГО ТИПА В ПРОИЗВОДСТВЕ НЕКОНЦЕНТРИРОВАННОЙ АЗОТНОЙ КИСЛОТЫ

Шевченко П.О., студент; Михайловский Я.Э., доцент

Неконцентрированная азотная кислота является одним из исходных продуктов для получения большинства азотсодержащих веществ (удобрений, различных солей, взрывчатых веществ и т.п.). Кроме того, азотная кислота применяется в промышленности органического синтеза, в ракетной технике и во многих других отраслях промышленности.

В настоящее время единственным промышленным методом получения азотной кислоты является каталитическое окисление аммиака кислородом воздуха с последующим поглощением полученных оксидов азота водой. Балансовое уравнение производства азотной кислоты из аммиака имеет вид:
$$\text{NH}_3 + 2\text{O}_2 = \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O} + 420,5 \text{ кДж/моль.}$$

В производстве разбавленной азотной кислоты абсорбция нитрозных газов является одной из основных стадий. Процесс поглощения оксидов азота с образованием азотной кислоты нужной концентрации осуществляется по уравнению суммарной химической реакции:



Скорость и степень абсорбции оксидов азота существенно возрастает со снижением температуры благодаря увеличению скорости окисления NO и смещению равновесия реакций в сторону образования HNO₃. Таким образом, для обеспечения достаточной эффективности абсорбции нужно отводить из аппарата тепло, выделяющееся в ходе экзотермических реакций.

Также эффективность абсорбции оксидов азота во многом зависит от их содержания в нитрозном газе, от времени контакта газовой и жидкой фаз, конструктивного оформления и гидродинамических условий в абсорбере.

Традиционно в агрегатах большой единичной мощности абсорбцию оксидов азота проводят в барботажных колоннах с ситчатыми тарелками. Для отвода большого количества тепла в нижней части колонны применяются многорядные змеевики, плотно установленные в барботажном слое. В силу этого аппарат имеет довольно сложную крупногабаритную конструкцию.

В качестве альтернативного решения предложен плёночный абсорбер трубчатого типа. Внутри трубок происходит массообмен между нисходящей пленкой жидкости и восходящим потоком нитрозного газа. Проблема отвода тепла из зоны массообмена решается тем, что в межтрубное пространство подается жидкий хладагент. В результате упрощается конструкция аппарата и уменьшаются его габаритные размеры за счет увеличения движущей силы процесса и отсутствия сепарационных пространств между тарелками.

Равномерное течение жидкой пленки по стенкам трубок достигается за счет установки шнекового элемента в каждой трубке по всей ее длине. При этом можно уменьшить высоту трубок при сохранении величины площади поверхности массопередачи.

ГИДРОДИНАМИКА И МАССОТЕПЛОПЕРЕДАЧА В АБСОРБЕРАХ ТРУБЧАТОГО ТИПА СО ШНЕКОВЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

*Настенко О.В., студентка; Ляпощенко А.А., доцент;
Михайловский Я.Э., доцент*

Большинство реакций образования химических соединений являются экзотермическими. Поэтому протекание процессов абсорбции, в частности хемосорбции, часто сопровождается выделением значительного количества тепла.

В современной промышленности для эффективного отвода, выделившегося при хемосорбции тепла, часто используют пленочные абсорберы трубчатого типа, выполняемые в виде кожухотрубных теплообменников, состоящих из вертикального пучка труб, закрепленных в трубных решетках. Поглотитель поступает на верхнюю трубную решетку, распределяется по трубкам и стекает по их внутренней поверхности в виде тонкой пленки. Газ движется по трубам снизу вверх навстречу стекающей пленке. Недостатками данного типа абсорберов является сложность получения и сохранения пленочного режима течения жидкости внутри труб по всей их длине, а также недостаточная интенсивность теплоотдачи из внутренней поверхности труб, что является лимитирующей стадией процесса теплопередачи. Обязательным условием эффективного проведения процесса массо- и теплопередачи является отсутствие деформаций и разрывов пленки жидкости, поэтому актуальной задачей является усовершенствование существующих конструкций трубчатых абсорберов.

Одним из путей решения данной проблемы является установление внутри каждой трубки абсорбера шнекового элемента, который обеспечит:

- получение более стабильного пленочного режима вследствие течения жидкости не по вертикальной цилиндрической, а по винтовой поверхности;
- за счет увеличения площади поверхности теплообмена со стороны внутренней поверхности труб улучшаются условия отвода тепла с трубного пространства;
- увеличивается поверхность массотеплопередачи, что позволяет уменьшить высоту труб, а, следовательно, и габариты абсорбера.

Направлениями дальнейшей работы являются исследование гидродинамики и режимов течения жидкости по винтовой поверхности, определение наиболее эффективных параметров массотеплопередачи при использовании предложенных шнековых элементов. Это в свою очередь определит их основные конструктивные и геометрические параметры, в частности оптимальный шаг шнека, от которого зависит стабильность пленочного режима течения жидкости, а, следовательно, и эффективность протекания процесса. Решение поставленных задач возможно при помощи экспериментальных исследований, а также путем математического и компьютерного моделирования.

ОПТИМИЗАЦИЯ ВЫПАРНОГО ОТДЕЛЕНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПИГМЕНТНОЙ ДВУОКИСИ ТИТАНА

Ахтырцева А.Н., студентка; Михайловский Я.Э., доцент

Двуокись титана является основным продуктом титановой индустрии и применяется в производстве титановых белил, пластмасс, ламинированной бумаги, резиновых изделий, термостойкого и оптического стекла, а также используется как огнеупор, в косметических средствах и т. п.

Сейчас в мировой практике применяются два способа производства пигментной двуокиси титана: хлоридный и сульфатный. По первому способу титаносодержащее сырье (рутил с содержанием TiO_2 более 90 %) подвергают термическому хлорированию с получением TiCl_4 , а затем из него получают TiO_2 . Работа с хлором крайне сложна из-за необходимости избежания потерь хлора. Аппаратура таких цехов требует коррозионностойких материалов.

По второму способу ильменитовые концентраты и титаносодержащие шлаки разлагают серной кислотой, а затем сернокислые соли титана доводят до готового продукта. Вакуум-выпарка в сульфатном способе производства пигментной двуокиси титана предназначена для повышения концентрации TiO_2 в рабочих растворах путем упарки воды под вакуумом.

Выпарные установки потребляют значительное количество энергии, их сооружение и эксплуатация требует больших капитальных затрат. В связи с этим важное значение имеют проектирование новых выпарных установок с высокими технико-экономическими показателями и оптимизация процессов выпаривания, при этом решается ряд задач: 1) выбор схемы и конструкции выпарных аппаратов, обеспечивающих высокое качество продукта; 2) расчет оптимальных конструктивных и режимных параметров установки; 3) анализ установившихся и переходных процессов и автоматизация вакуум-выпарки.

Методы проектного расчета вакуум-выпарных установок разработаны в основном применительно к задаче определения поверхности нагрева.

Основной задачей при проверочных расчетах выпарных установок есть выявление оптимального режима работы (размеры поверхности нагрева отдельных аппаратов заранее известны).

Анализ работы выпарного отделения сульфатного способа получения пигментной двуокиси титана позволил выявить факторы, неоднозначно влияющие на технико-экономические показатели производства, а именно: количество выпарных корпусов установки; давление греющего пара в первом корпусе; давление в барометрическом конденсаторе; скорость движения раствора в трубах при естественной циркуляции. При изменении значений этих параметров меняются как размеры аппарата, так и режим его работы.

Поиск конструктивных и режимных вариантов реализации процесса, соответствующих максимальной эффективности работы представляет собой задачу оптимизации вакуум-выпарного отделения в технологии пигментной двуокиси титана.

ТЕХНОЛОГИЯ ГРАНУЛИРОВАНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ С ВЫСОКОЙ ВЛАЖНОСТЬЮ

Якушко С.И., доцент; Белодед А.В., студент

Основу полноценной жизнедеятельности человека составляет его рациональное питание. К сожалению, в последние годы основную долю на рынке общественного питания занимают продукты низкого качества, содержащие в своем составе синтетические химические компоненты, что обусловлено относительной дешевизной изготовления данных продуктов.

Одним из путей решения данной проблемы является совершенствование технологий получения натуральных продуктов питания на основе животного и растительного происхождения. Задача при этом состоит в максимально возможном сохранении полезных свойств исходных биокомпонентов в виде белков и витаминов, особо чувствительных к повышенным температурам.

Традиционно технология переработки пищевых продуктов с высокой влажностью состоит в получении концентрированного сока и гранулированных продуктов на основе растительного сырья с целью уменьшения конечной стоимости, а также значительном снижении требований к транспортировке готовой продукции. Первый этап технологического процесса переработки включает подготовку исходного сырья в виде сортировки и промывки. На втором этапе проводится механическое разделение продукта на сок и клетчатку с перераспределением на два независимых потока. Далее сок подвергается вакуум-выпариванию, а клетчатка в виде жома поступает на стадию сушки. На заключительном этапе упаренный сок может поступать на хранение или фасовку в зависимости от размера перерабатывающего предприятия. Высушенная клетчатка поступает в гранулятор, после чего фасуется. Допускается использование конденсированного сокового пара, так как он обладает аромато-вкусовыми качествами исходного продукта, хотя и не несет достаточного количества полезных компонентов.

Для интенсификации процесса сушки клетчатки предлагается использование сушилки с кипящим слоем инертных тел. Установка представляет собой аппарат, в который снизу подается подогретый воздух со скоростью, достаточной для поддержания кипящего слоя инертных тел, которые заполняют 30-35% объема сушильной камеры. Высушиваемый материал наносится на поверхность инертных тел с помощью форсунок. Интенсивный контакт сушильного агента с пленкой влажного материала способствует ускоренному высушиванию. Скалывание высушенного продукта происходит при соударении инертных тел в слое. Отделившиеся частицы сухого продукта выносятся отработанным сушильным агентом из сушильной камеры в циклон, где происходит выделение конечного продукта.

ИССЛЕДОВАНИЕ БЛОКА РЕГЕНЕРАЦИИ ГЛИКОЛЯ В СОСТАВЕ УСТАНОВКИ ОСУШКИ ГАЗА

Ясырева В.П., студентка

Установка осушки газа применяется на газоперерабатывающих заводах, АГНКС, в системах подачи природного газа в магистральные газопроводы для удаления влаги из газа. Избыточная влага в газе может стать причиной ухудшения эксплуатационных характеристик и работы оборудования, посредством образования гидратов и увеличении коррозию.

Осушка газа проводится в колонном массообменном оборудовании с помощью жидкого абсорбента – гликоля (этиленгликоль, диэтиленгликоль, триэтиленгликоль), который насыщается влагой, что уменьшает температуру точки росы газа. Для работы установки осушки газа в замкнутом цикле применяется регенерация насыщенного влагой абсорбента с помощью подведения дополнительной тепловой энергии к абсорбенту. Блок регенерации гликоля (БРГ) состоит из десорбционной колонны, испарителя и буферной емкости, которые совмещены вместе в вертикальный агрегат.

Исследования БРГ заключается в определении оптимальных условий проведения процесса, при которых осушка газа проводится с малыми экономическими затратами. Основными разделами математической модели расчета являются определение материального баланса абсорбера, материального и теплового баланса десорбера, т.е. определяли массовые потоки гликоля в БРГ, количество парогазовой смеси, количество унесенного гликоля с парогазовой смесью, необходимость подачи в систему теплового потока для дополнительного нагрева. В ходе исследования варьировались некоторые технологические параметры работы БРГ: начальная температура насыщенного абсорбента, количество холодного орошения в десорбере и вид абсорбента. Расчетные данные показали, что температура ввода насыщенного гликоля существенно не влияет на конечную концентрацию гликоля в растворе, но с повышением этой температуры идут потери гликоля с отходящей из десорбера парогазовой смесью. Повышение массового расхода гликоля в качестве холодного абсорбента нарушает тепловой баланс БРГ, тем самым необходимо подводить дополнительный тепловой поток, что увеличивает энергетические затраты на проведение процесса. Анализ процесса регенерации относительно вида гликоля показывает, что ТЭГ обладает лучшей способностью к регенерации, чем ДЭГ, но в некотором большем количестве уносится из десорбера с парогазовой смесью.

В дальнейших исследованиях намечено провести расчет теплового баланса испарителя и буферной емкости, определить узкие места в процессе с целью усовершенствования работы БРГ - регенерации гликоля до заданных норм по техническим условиям производства.

Работа выполнена под руководством профессора Склабинского В.И.

ВПЛИВ СПОСОБІВ СТВОРЕННЯ ЗАКРУЧЕНОГО ГАЗОВОГО ПОТОКУ ТА КОНФІГУРАЦІЇ РОБОЧОГО ПРОСТОРУ НА ГІДРОДИНАМІКУ ВИХРОВИХ АПАРАТІВ

Чудеса М.С., студент; Артюхов А.Є., ст. викладач

В останні десятиліття в світі гостро виявляється обмеженість енергетичних та сировинних ресурсів. Це веде до необхідності використання нових, маловідходних і високоефективних технологічних процесів з застосуванням апаратури з інтенсивною гідродинамікою та високою відносною швидкістю руху суцільної та дисперсної фаз. Створення таких апаратів повинне базуватись на результатах експериментальних досліджень та математичного опису гідродинаміки потоків з визначенням оптимальних умов проведення процесів тепломасообміну у вихровому зваженому шарі.

Для дослідження впливу способів створення закрученого газового потоку та конфігурації робочого простору на гідродинаміку вихрових апаратів використано комп'ютерне моделювання з візуалізацією результатів у вигляді заливки поля швидкостей газового потоку. В ході проведення моделювання використано набір газорозподільних пристроїв (рис. 1) та конфігурацій робочого об'єму вихрового апарата (рис. 2).

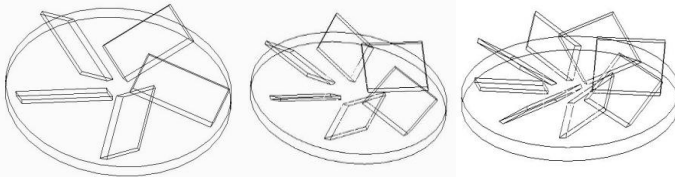


Рисунок 1 – Варіанти газорозподільних пристроїв вихрового апарата

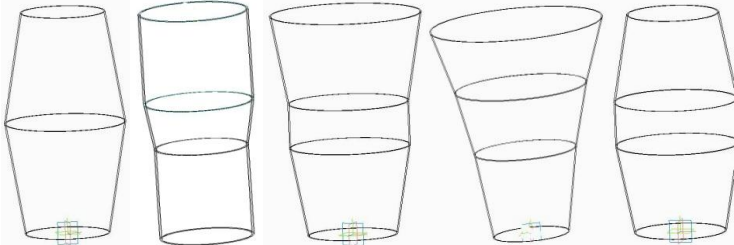


Рисунок 2 – Варіанти конфігурацій робочого простору вихрового апарата

При проведенні серії дослідів визначено особливості траєкторії руху газових потоків, характер їх розподілу в робочому об'ємі апарата залежно від кількості та куту нахилу завихрювачів в конструкції газорозподільного пристрою та конфігурації корпусу. Результати комп'ютерного моделювання дозволяють обрати оптимальне конструктивне рішення щодо вузла розподілу газового потоку та форми корпусу апарата залежно від властивостей дисперсної фази та мінімально необхідного часу її перебування в межах вихрового апарата.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ АБСОРБЕРА УСТАНОВКИ ОЧИСТКИ ГАЗА

Самофал А.А., студент

В настоящее время добыча серосодержащего природного газа составляет существенную часть от своего объема потребляемого газа. При этом содержание в природном газе H_2S колеблется в очень широком диапазоне. В виду высокой токсичности и коррозионной активности серосодержащий газ перед подачей потребителю подвергают очистке. Возникающие технические отклонения режимов работы абсорбера приводят к необходимости выработки рекомендаций к действиям операторов.

Выбор процесса очистки газа зависит от многих факторов таких как: состав и параметры сырьевого газа, требуемая степень очистки, область применения товарного газа, наличие и параметры энергоресурсов, отходы производства и т.д.

Широкое применение в промышленности получили процессы химической абсорбции. Они характеризуются высокой степенью очистки газа.

Из абсорбентов широкое применение нашли водные растворы алканоламинов (МЭА, ДЭА, ТЭА, МДЭА).

При исследовании с помощью программного комплекса ХАЙСИС, и применения дополнительного модуля - пакета свойств аминов, было проведено моделирование процессов абсорбции с применением различных абсорбентов и условий изменения производительности по газу, а также изменения концентрации сероводорода в газе. Задачами моделирования было обеспечение требуемого уровня очистки и определение технико-экономических показателей процесса при применении различных типов абсорбентов.

В условиях рыночной экономики и высоких цен на энергоносители решающим фактором при выборе поглотителя является выполнения условия требуемой степени очистки при минимальных эксплуатационных затратах. Большой опыт эксплуатации установок очистки газа показал, что одним из наиболее важных характеристик работы является кратность циркуляции абсорбента.

В результате проведенной работы были определены необходимые расходы и концентрации поглотителей, обеспечивающие требуемую степень очистки при расходе по очищаемому газу - 100 млн. $nm^3/год$:

15% раствор МЭА	9,8 м ³ /час;
30% раствор ДЭА	10 м ³ /час;
45% раствор МДЭА	5 м ³ /час.

Учитывая гораздо меньший объем МДЭА, необходимый для функционирования установки, получаем существенную экономию ресурсов затрачиваемых при работе вспомогательного оборудования.

Работа выполнена под руководством профессора Склабинского В.И.

АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА РАБОТУ АБСОРБЦИОННОЙ КОЛОННЫ УСТАНОВКИ ОСУШКИ ПРИРОДНОГО ГАЗА

Гордиенко О.И., студентка

Процесс гликолевой осушки известен уже многие годы и по-прежнему остается основным технологическим инструментом подготовки природного газа и попутного нефтяного газа к транспорту и дальнейшей переработке. Ключевым узлом установки осушки газа является абсорбционная колонна. Поэтому выбор оптимальных параметров работы колонны играет важнейшую роль.

В ходе работы были получены расчетные результаты исследования зависимости точки росы по воде и объемного расхода гликолей от температуры газа и концентрации абсорбента с возможностью выбора оптимальных параметров. Изменяя температуру контакта газа на входе в абсорбер можно варьировать температурой точки росы в аппарате, с уменьшением температуры контакта достигается более низкая точка росы.

Получены графические зависимости, которые доказывают тот факт, что с увеличением концентрации абсорбента понижается точка росы газа, а с увеличением температуры газа на входе в абсорбер увеличивается объемный расход гликоля. Таким образом, процесс осушки газа необходимо вести при высоких давлениях и малых температурах, при этом придерживаясь требуемой степени насыщения.

В качестве абсорбента применялись три поглотителя – ЭГ, ДЭГ, ТЭГ. Получены данные, которые свидетельствуют о том, что унос триэтиленгликоля с осушенным газом составляет при температуре 25°C всего лишь 0,081 кг/час при концентрации ТЭГа 97,2% масс., а при температуре 45°C – 0,54 кг/час. Для ДЭГа эта величина составляет большее значение. Что касается этиленгликоля, то здесь наблюдается резкое повышение уноса гликоля с газом, связанное с тем, что у этого осушителя высокое давление насыщенных паров, и при температуре 45°C и концентрации ЭГа 98,3% масс. величина уноса составит около 8,62 кг/час. Таким образом, доказана нецелесообразность применения этиленгликоля в качестве поглотителя.

Также не ясным оставался такой факт, как распределение температур по высоте колонны. Поэтому еще одной задачей исследования было установить температурный режим на каждой тарелке абсорбционной колонны.

С помощью программного комплекса Aspen HYSYS (<http://www.aspentech.com>) было определено, что повышение температуры по высоте колонны незначительно. Разница температур на нижней и верхней тарелках составляет менее 1°C.

Работа выполнена под руководством профессора Склабинского В.И.

ВДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ КОНТАКТНИХ ПРИСТРОЇВ З МАСООБМІННО-СЕПАРАЦІЙНИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ

*Смілянська О.Ю., студентка; Артюхов А.Є., ст. викладач;
Михайловський Я.Е., доцент*

У наш час постає проблема щодо підвищення ефективності й продуктивності апаратів колонного типу, а також зменшення матеріальних і енергетичних витрат на виготовлення продукції. Для цього доцільно впровадити вихрові контактні пристрої, дія яких заснована на використанні високотурбулізованих потоків.

Використання вихрових контактних пристроїв дозволяє збільшити швидкість масопередачі, зменшити розмір краплини рідини, що сприяє збільшенню площі контактування, зменшити гідравлічний опір контактної ступені та унесення рідини.

Метою роботи є дослідження гідродинамічних умов руху суцільної і дисперсної фаз в межах контактної масообмінно-сепараційної секції і між секціями та визначення оптимального гідродинамічного режиму руху потоків у колонному апараті за результатами експерименту й комп'ютерного моделювання.

Об'єктом дослідження є масообмінно-сепараційні елементи прямоточно-відцентрового типу, які використовуються для секцій абсорбції масообмінного колонного апарату. Конструктивно елемент складається з патрубків, завихрювача у нижній частині патрубків і плівкоз'ємника в верхній частині патрубків, патрубок оснащений трубкою для подачі рідини, яка розміщена над завихрювачем.

Задача роботи – визначення основних гідродинамічних характеристик потоків в масообмінно-сепараційних пристроях. За результатами роботи одержані діапазони існування гідродинамічного режиму, який відповідає максимальній турбулізації потоку зі створенням міжфазної поверхні та мінімального унесення рідини з масообмінно-сепараційної секції.

Актуальними питаннями, що потребують більш детального вивчення є:

- поглиблене дослідження гідродинаміки потоків контактних елементів у межах визначених раніше режимах;
- дослідження поведінки рідини на полотні контактних пристроїв в різних гідродинамічних режимах;
- організація відведення рідини на наступний контактний пристрій;
- оптимальна висота масообмінно-сепараційного елемента.

Вирішення поставлених задач можливе шляхом експериментального дослідження, а також за допомогою математичного та комп'ютерного моделювання процесу, який протікає в масообмінно-сепараційній секції. За результатами досліджень стає можливим визначення основних розмірів прямотечіно відцентрових елементів масообмінно-сепараційної секції абсорбційних та ректифікаційних колон.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ УТИЛІЗАЦІЇ ТЕПЛОТИ ВТОРИННОГО ПАРУ ВИПАРНОЇ УСТАНОВКИ ЗА ДОПОМОГОЮ ТЕПЛОВОГО НАСОСУ

Скиртаченко М.В., студент

У зв'язку з безперервним зростанням вартості паливно-енергетичних ресурсів гостро постає проблема енергозбереження на підприємствах хімічної галузі, які споживають значну частку всієї видобутої вуглеводневої сировини.

Істотне поліпшення економічних і екологічних характеристик підприємств можна досягти за допомогою впровадження теплових насосів, а саме - ежекційних установок, що використовують низькопотенційну теплоту поновлюваних енергетичних ресурсів. Багаторазове використання пару у випарних установках дозволяє значно знизити споживання свіжої пари, віднесений до 1 кг випареної води.

Теплові насоси можуть працювати за підвищувальною і розділювальною схемами. У першому випадку теплота, підведена до установки при температурі джерела піднімається до температури теплоприймача. У другому випадку до установки підводиться тепловий потік при середній температурі, який в установці розділяється на два потоки - низького потенціалу і підвищеного потенціалу. Негативне значення для роботи теплового насосу буде мати кислотне середовище (краплі випарюваного розчину які перебувають у розчиненому й зваженому стані в парі), що призводить до сильної корозії устаткування, тому попередньо слід проводити сепарацію вологи з пару. Для сепарації крапель використовуються гравітаційний, інерційний, відцентровий і електростатичний механізми осадження.

Були проведені дослідження витрати робочої пари на інжектор в залежності від схеми підключення та проведена порівняльна оцінка теплових насосів. Побудовано графік залежності тепломісткості пари і теплоти випаровування від температури та тиску, проаналізувавши який ми зробили висновок щодо прийнятності використання пароструменевого ежектору у виробництві завдяки особливій властивості пари (різниця між тепломісткістю і теплою випаровування гріючої та вторинної пари дорівнює 27,2 ккал/кг та 46,6 ккал/кг відповідно, тобто менше ніж на 10%). Отже, вторинний пара, що утворюється в випарному апараті, майже рівноцінна по тепломісткості гріючої пари більш високого тиску.

В ході проведення рахункового експерименту було обґрунтовано доцільність застосування ежекторів, які працюють за розімкнутою підвищувальною схемою та отримані дані, які дозволили видати рекомендації щодо удосконалення технологічного процесу, а також аргументувати зниження матеріальних витрат на виробництво.

Робота виконана під керівництвом доцента Юхименка М.П.

РАЗРАБОТКА СУШИЛОК С АКТИВНЫМИ АЭРОДИНАМИЧЕСКИМИ РЕЖИМАМИ ДЛЯ СУШКИ ЗЕРНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ

Сиротенко М.Н., студентка; Юхименко Н.П., доцент

В настоящее время широкое распространение получили газовые сушилки, в которых материал высушивается во взвешенном или псевдооживленном состоянии.

В пневматических сушилке за сравнительно небольшое время (не превышающее несколько секунд) сушильный агент передает частицам необходимое для их сушки тепло и воспринимает всю выделившуюся из материала влагу. Недостатками таких сушилок является большая скорость движения сушильного агента, прямоочное движение фаз.

В сушилках с псевдооживленным слоем исходный материал пребывает в аппарате длительное время. Происходит интенсивное перемешивание вводимого материала с сухим. Данные сушилки устойчиво работают только в том случае, если основные рабочие параметры аппарата не отклоняются от оптимальных рабочих.

Для сушки зернистых материалов применяются полочные аппараты взвешенного слоя. Они состоят из разгрузочного пространства между концом полки и стенкой аппарата. Полочные сушилки позволяют во время сушки обеспыливать продукт, а при необходимости – разделять по крупности на два сорта.

Полочные аппараты с активными аэродинамическими режимами позволяют устранить или существенно уменьшить некоторые недостатки рассмотренных аппаратов. Аппараты с полками сохраняют и даже усиливают некоторые достоинства ранее рассмотренных аппаратов. Полки, повышая скорость и турбулентность потока, по месту их установки оказывают сильное влияние как на скорость движения, так и на распределение частиц в поперечном сечении и по высоте каната.

Полочные контактные элементы можно перемещать внутри аппарата, а также извлекать для замены; можно легко заменить положение полок, их параметры и число; на них возможна установка теплообменных и других элементов; они не имеют специальных перегрузочных устройств, менее склонны к забиванию; имеют меньшее гидравлическое сопротивление. Данные сушилки более компактные, менее металло- и энергоемкие, а так же дают существенный экономический эффект.

В полочных аппаратах с активными аэродинамическими режимами в результате поворота газа и частиц время пребывания последних больше, чем в аппаратах со свободным сечением, больше и интенсивность взаимодействия фаз. Возникают большие трудности при определении действительных поверхностей контакта фаз, времени пребывания частиц под действием потока, числа контактов, движущей силы теплообменных процессов, типа и размера аппарата.

Поэтому выявление особенностей гидродинамики полочных аппаратов и представляет задачу данных исследований.

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ РЕГЕНЕРАЦИИ ГЛИКОЛЕЙ В ТЕПЛОМАССОБМЕННОМ ОБОРУДОВАНИИ

Гладкая Н.М., студентка; Ляпощенко А.А., доцент

Природный газ с каждым годом всё в большей мере используется в промышленности и народном хозяйстве, и поэтому необходимо уделять большое внимание его добыче и переработке.

Необходимость в осушке природного газа вызвана тем, что природный газ выходящий из скважины насыщен влагой, и при понижении температуры ниже критической (температуры точки росы) влага конденсируется и кристаллизуется, что приводит к гидратообразованию в трубопроводах. Содержащаяся в газе вода при понижении температуры выделяется, накапливается в виде пробок, препятствует движению газа и уменьшает пропускную способность газопровода. Таким образом, осушка газа предупреждает гидратообразование, уменьшает гидравлические потери, сохраняя высокую пропускную способность трубопровода, замедляет процесс коррозии и удлинит срок службы трубопроводов и аппаратуры.

Регенерация поглотителя в блоках осушки газа – это наиболее энергозатратная стадия. Поэтому способ регенерации выбирают исходя из условия наименьших затрат энергии в процессе выделения влаги.

Для достижения требуемой точки росы осушаемого природного газа необходимо обеспечить рациональный расход абсорбента и его концентрацию на входе в аппарат. На производствах в Украине, для достижения точки росы порядка «минус» 10...15 °С требуется концентрация абсорбента в пределах 99,0-99,5 % (масс.).

Существуют различные схемы регенерации абсорбентов. При концентрации регенерируемых растворов 96,0-97,5% (масс.) применяется десорбция при давлении, близком к атмосферному. Стремление получить более концентрированные растворы привело к необходимости внедрения вакуумной регенерации или подачи в систему десорбции нейтрального агента – природного газа, снижающего парциальное давление водяных паров и обеспечивающего получение регенерированных поглотителей концентрацией 98,0-99,95% (масс.). Находит применение также азеотропная ректификация.

Широко применяемым является процесс регенерации гликоля путем подачи отдувочного газа. Использование отдувочного газа при регенерации гликоля позволяет довести содержание ДЭГа в растворе до 99,5-99,9%. Отдувочный газ уменьшает парциальное давление водяного пара и способствует переходу воды из жидкой фазы в паровую.

В моделирующем программном комплексе ChemCAD (фирмы ChemStations, Inc. <http://www.chemstations.net/>) определен оптимальный температурный режим работы блока регенерации для получения гликоля необходимой концентрации, что позволит получать осушаемый газ с необходимой точкой росы.

ОСУШКА И УДАЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ ФРАКЦИЙ ИЗ ПРИРОДНОГО ГАЗА МЕТОДОМ СВЕРХЗВУКОВОЙ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ГАЗОДИНАМИЧЕСКОЙ СЕПАРАЦИИ

*Твердохлеб А.А., студентка; Коробченко К.В., студентка;
Ляпоценко А.А., доцент*

Добываемый из скважин природный газ содержит механические примеси, углекислый газ, сероводород и влагу, проблема извлечения которых решается при подготовке газа на промысловых установках (УППГ и УКПГ). В этом плане, несомненно, актуальной представляется технология сверхзвуковой низкотемпературной газодинамической сепарации природных газов. Первые разработки газодинамических сепараторов появились в 80-х годах прошлого столетия в МВТУ им. Баумана, АН СССР, ВНИИГАЗ, ЦКБН ОАО «ГАЗПРОМ», НИПИгазпереработка. Однако испытания и внедрение не состоялись из-за последующей реорганизации нефтегазового комплекса страны. За рубежом в последние годы голландская компания TwisterBV разработала подобный способ осушки, удаления кислых компонентов и тяжелых фракций из природного газа, дав название такой технологии 3S сепарации (SuperSonic Separation).

Зарубежные и отечественные газодинамические сепараторы конструктивно подобны. Научные основы технологии сверхзвуковой низкотемпературной газодинамической базируются на современной аэродинамике, газовой динамике ударных волн, термодинамике и теории фазовых превращений углеводородных смесей.

При адиабатическом расширении газа в сверхзвуковом сопле 2 происходит его сильное охлаждение за счет перехода тепловой энергии газа в кинетическую энергию потока, а в результате закрутки потока в завихрителе 1 сконденсировавшиеся компоненты при охлаждении потока в рабочей секции 3 за счет центробежной силы отбрасываются к стенкам сепаратора 4, где и отбираются (рисунок).

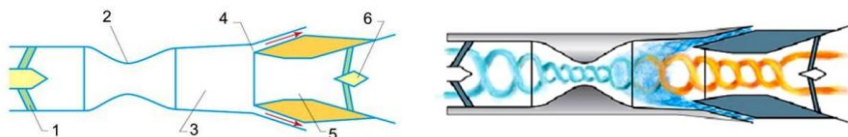


Рисунок – Конструкция сепаратора и схема движения потоков

Технология сверхзвуковой низкотемпературной газодинамической сепарации может быть использована для подготовки газа к транспорту (дегидратация и выделение тяжелых углеводородов), сепарации пропан-бутанов, извлечения CO_2 и H_2S , выделение этана, сжижения метана.

Опытно-промышленные образцы сверхзвуковых сепараторов сегодня проходят промышленную апробацию как за рубежом, так и в странах СНГ, в частности, на УКПГ промыслов Ямбургского и Губкинского месторождений.

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ВОЗДУХОРАЗДЕЛИТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ГАЗООБРАЗНОГО И ЖИДКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО КИСЛОРОДА И АЗОТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИКЛОВОГО ВОЗДУХА ГАЗОТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ ГПА

Криворучко Е. А., студентка; Якушко С. И., доцент

Данная тема актуальна, поскольку включает создание единой системы добычи и транспортировки газа, а также проведение реконструкции более 100 существующих компрессорных станций. Предполагается построить в общей сложности более 40 компрессорных станций. Учитывая, что магистральные газопроводы будут проложены далеко от промышленных центров, существуют определенные трудности обеспечения их техническими газами, такими как кислород, азот, аргон для проведения ремонтных и регламентных работ на компрессорных станциях и магистральных газопроводах.

В предложенной технологической схеме предполагается использовать цикловой воздух газотурбинного двигателя газоперекачивающих агрегатов для получения технических жидкого и газообразного кислорода и азота в энергоэффективных воздуходелительных установках, а именно вести его отбор от компрессора высокого давления. Данное действие обеспечит постоянный массовый расход воздуха в объеме 2 кг/с, который из блока ГПА будет поступать в блок подготовки воздуха с постоянным давлением 10 атм.

Поскольку осушка и очистка воздуха от двуокиси углерода является одним из наиболее важных этапов в процессе воздуходеления, предложено принципиально новое аппаратное оформление этого блока, а именно предложен новый тип адсорбера, который отличается по своим конструктивным и технологическим параметрам.

Показано, что при использовании двухслойного адсорбента (активной окиси алюминия для осушки воздуха и синтетического цеолита NaX для его очистки) может быть существенно снижена температура регенерации предложенных сорбентов, что также способствует снижению энергозатрат на их обогрев.

Также для снижения энергозатрат предложено внутреннюю поверхность адсорбера покрыть жидким керамическим теплоизоляционным материалом с нанесенным сверху огнестойким лакокрасочным покрытием, что исключает потери тепла в режиме регенерации на нагрев металлоконструкции, а все тепло расходуется только на нагрев адсорбента. Благодаря этому уменьшается время нагрева и время охлаждения адсорбера, что позволило уменьшить временной цикл режима осушки воздуха, а значит уменьшить количество требуемого сорбента и размеры аппарата.

Разработанная легко разборная конструкция адсорбера позволяет контролировать качество внутренней теплоизоляции стенок и производить быструю замену сорбента.

ГІДРОДИНАМІКА КОНТАКТНИХ ПРИСТРОЇВ З МАСООБМІННО-СЕПАРАЦІЙНИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ

*Коробченко К.В., студентка; Артюхов А.Є., ст. викладач;
Покотило В.М., пров. фахівець*

Підвищення ефективності роботи колонного обладнання стає можливим при створенні або вдосконаленні існуючих конструкцій контактних масообмінних пристроїв, що дозволяють проводити процес масообміну в більш інтенсивному режимі. Дослідження нових конструкцій вихрових контактних пристроїв з масообмінно-сепараційними елементами для багатофункціональних абсорберів з огляду на можливість покращення гідродинамічних умов проведення процесу видобування вологи і кислих компонентів з природного газу є актуальним науковим і прикладним завданням.

Незважаючи на перспективність застосування контактних елементів такого типу, значна кількість питань щодо вибору їх оптимальної конструкції та технологічних режимів проведення процесу масообміну з їх використанням залишаються недостатньо дослідженими. Для визначення режимних параметрів проведення процесу абсорбції проведено ряд досліджень на фізичній моделі, в ході яких визначені чотири гідродинамічні режими, для яких побудовані графічні залежності гідравлічного опору від швидкості газорідинної суміші та співвідношення навантажень по суцільній та дисперсній фазах. Для встановлення характерних залежностей гідродинамічних параметрів контактних ступенів з масообмінно-сепараційними елементами від конструктивних особливостей самого елемента проведено комп'ютерне моделювання, на підставі якого визначена оптимальна конструкція масообмінно-сепараційного елемента, конструктивні особливості масообмінної тарілки з прямоточно-відцентровими елементами, а також підтверджено доцільність розміщення шарів регулярної насадки між тарілками. Відповідно до удосконаленої конструкції масообмінно-сепараційного елемента запропоновано нову схему організації руху потоків – газ і рідина рухаються протитоком як в межах масообмінної тарілки, так і по всій висоті колони, що виключає нерівномірність розподілу рушійної сили на полотні тарілки в результаті перехресного руху фаз, які контактують (що не досягається при використанні ковпачкових, клапанних та інших типів тарілок). В результаті сумісного аналізу експериментальних досліджень і комп'ютерного моделювання запропоновано уточнення щодо методики інженерного розрахунку процесу осушення і очищення газу і конструктивних характеристик секцій БФА.

Отримані результати дають можливість більш обґрунтовано підійти до питання вибору оптимальної конструкції вихрових контактних елементів, масообмінних ступенів, секцій БФА і всього апарата в цілому.

АНАЛИЗ СПОСОБОВ СУШКИ И ГРАНУЛИРОВАНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

Острога Р.А., студент; Якушко С.И., доцент

Органические отходы образуются в результате деятельности сельскохозяйственных предприятий, коммунальных, перерабатывающих и ряда других. К ним относятся: навоз, помет, отходы растениеводства, отходы от переработки овощей и фруктов, отходы пищевых предприятий и столовых, зерновые отходы и т.д. Утилизация этих веществ, содержащих ценные компоненты (азот, фосфор, калий), позволяет перерабатывать их в ценные продукты, такие как удобрения, пищевые добавки, корма и т.д. Тем самым минимизируются потери и производство приобретает статус безотходного.

Переработка органических отходов предусматривает их сушку и грануляцию. Большинство веществ в гранулированном виде обладают лучшими физико-химическими показателями – увеличивается их плотность, прочность, сыпучесть. Такой продукт легче транспортировать и применять в различных технологических процессах. В свою очередь, одним из главных преимуществ гранулированного органического удобрения является существенно меньший его расход по сравнению с традиционными компостами и биогумусами. Причина заключается в том, что гранулы вносятся «прицельно» – непосредственно под корневую систему растения. Таким образом, процессы грануляции находят все большее применение как в Украине, так и за рубежом.

Выбор способа сушки, а соответственно и типа сушилки, зависит от химических свойств материала. Для сушки органических веществ наиболее часто применяются барабанные и распылительные сушилки. Первые отличаются высокой производительностью и относятся к конвективным сушилкам. В качестве сушильного агента в них используют воздух и дымовые газы. Сушка распылением заключается в том, что материал диспергируют при помощи специальных приспособлений и высушивают в потоке сушильного агента. Высокая интенсивность сушки достигается за счет тонкого распыливания высушиваемого материала, в результате чего процесс протекает мгновенно. Для распыливания применяют: механические и пневматические форсунки, центробежные диски. Также к преимуществам распылительных сушилок можно отнести следующее: возможность использования агента сушки с высокими температурами без ухудшения качества материала, возможность получения хорошо растворимых продуктов, возможность регулирования качества полученного продукта. Однако недостатками как барабанных, так и распылительных сушилок являются их большие габариты. Также проведение процессов требует повышенного расхода электроэнергии.

Процесс грануляции осуществляется в специальных аппаратах – грануляторах. Наибольшее применение нашли барабанные, тарельчатые, валковые грануляторы, виброгрануляторы (камерные, чашечные, лотковые). Барабанные грануляторы просты по конструкции, однако большое значение имеет степень увлажнения материала: недоувлажненный материал будет плохо гранулироваться, а переувлажненный – скользить по стенке барабана. Также недостатком является полидисперсный состав конечного продукта, который требует дополнительной обработки. Тарельчатый гранулятор по сравнению с барабанным обеспечивает более равномерные по размеру гранулы и их плотность и прочность при этом увеличиваются в 1,5 раза. Также он делает возможным визуализацию процесса. Валковые грануляторы представляют собой два вала, вращающихся навстречу друг другу, а сверху расположен шнек для подпрессовки материала. В зависимости от поверхности вала можно получить гранулы различной формы. Недостатком валковых грануляторов является их малая производительность. В виброгрануляторах гранулирование происходит во всем объеме камеры, что повышает производительность и интенсифицирует процесс.

Для минимизации расходов на обработку целесообразно сушку и грануляцию органических веществ осуществлять в одном аппарате. Для этого применяют аппараты кипящего слоя (РКСГ). В процессе гранулирования на слой кипящего продукта происходит разбрызгивание суспензии. Суспензия, попадая на частицу, обволакивает ее равномерным слоем. Такая частица выходит из зоны орошения, подсыхает и снова попадает в зону орошения. Далее процесс повторяется. В результате получаются многослойные гранулы, обладающие очень высокой плотностью и прочностью. Это также позитивно сказывается на качестве получаемых при этом удобрений – многослойные прочные гранулы имеют пролонгированное действие, то есть они медленно растворяются в почве, постепенно отдавая питательные вещества растениям. Процесс псевдооживления позволяет увеличить поверхность контакта фаз, интенсифицировать испарение влаги и сократить продолжительность процесса. Интенсификация процесса происходит за счет гарантированного обдува каждой частицы потоком теплоносителя и за счет большого объемного коэффициента теплообмена. Это особенно важно при гранулировании органических веществ. Имеется опыт промышленного получения гранулированных органических удобрений на основе куриного помета в барабанных сушилках. Поскольку данный продукт обладает очень низкой теплопроводностью, органические комочки не успевают высохнуть. Даже замена барабанной сушилки на двухпоточную не дало результата: хотя время сушки увеличилось практически в два раза, для полного высыхания органики приходилось работать при повышенных температурах. При этом сверху комочки подгорали, оставаясь внутри влажными. Поэтому для грануляции органических продуктов целесообразно применять аппараты РКСГ, позволяющие получать качественный продукт заданного гранулометрического состава с минимальными энергетическими затратами.

ОСОБЛИВОСТІ ПІДБОРУ НАСОСНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ РОБОТИ У СКЛАДІ УСТАНОВКИ КОМПЛЕКСНОЇ ПЕРЕРОБКИ ОРГАНІЧНИХ ВІДХОДІВ

Фаталі Амір Хусейн, студент; Яхненко С.М., доцент

В Україні застосовується технологія переробки твердих органічних відходів за допомогою каліфорнійського хробака з виробництвом при цьому натурального добрива вермикомпосту. Це натуральне біологічне добриво, яке містить у великій кількості біологічно активні речовини. Але технологія вермикомпостування пристосована лише для переробки твердого гною, в основному гною великої рогатої худоби, і не вирішує проблему переробки рідкого гною. А проблема якраз і полягає в ефективній переробці великої кількості рідких органічних відходів, які накопичуються біля тваринницьких ферм, птахофабрик та на очисних спорудах великих міст.

Перспективною переробки рідкого гною є комплексна технологія, яка відповідає вимогам ефективного освоєння природних ресурсів і енергії, задоволення потреб людини та захисту навколишнього середовища. Вона повинна охоплювати повний цикл утилізації всіх відходів сільськогосподарського виробництва.

Принципова схема розробленої технології [1] наведена на рисунку. Технологія комплексної переробки органічних відходів є маловідходною, ресурсо- та енергозберігаючою, і екологічно безпечною. Одержані на цій установці гранульовані органічні та органо-мінеральні добрива пристосовані для отримання біологічно повноцінної продукції на основі відтворення родючості ґрунту.

Але для успішної роботи такої установки необхідне насосне обладнання, яке спроможне транспортувати рідкий гній з твердими і волокнистими домішками у вигляді соломи та твердих кусків гною. Особливо важливо вірно підібрати проточну частину насоса (поз.2) який перекачує гній із приймального бункера на подрібнювач. В залежності від виду гною (гній великої рогатої худоби чи пташиний послід) націй позиції можна поставити вільновихоровий насос або відцентровий з малою кількістю лопатей ($z=1-3$).

Однолопатий відцентровий насос необхідно встановлювати у тому випадку коли нам є необхідність перекачувати пташиний послід з твердими і волокнистими домішками або коли рідкий гній знаходиться у забродженому стані. Насос з однолопатеvim робочим колесом спроможний перекачувати рідини насичені газом (до 55%), рідини з волокнистими динномірними включеннями без загрози їхнього скручування у комок. Недоліком насосів цього типу є відносно низький к.к.д. (50-58%).

Відцентрові насоси з більшою кількістю лопатей ($z=2-3$) мають більш високий рівень к.к.д. але можуть перекачувати тільки рідини, що містять в собі великі тверді домішки.

Вільновихорові насоси мають декілька конструктивних схем. Найбільш поширені насоси типу "Туро" та "Сека". Насоси типу "Туро" мають більш ширшу вільно камеру чим насоси типу "Сека", що дозволяє їм перекачувати рідини з твердими домішками більшого розміру. Крім перекачування рідин з великими твердими домішками насоси обох типів доцільно використовувати для транспортування газонасичених рідин та сумішей у яких можливе вільне виділення газів.

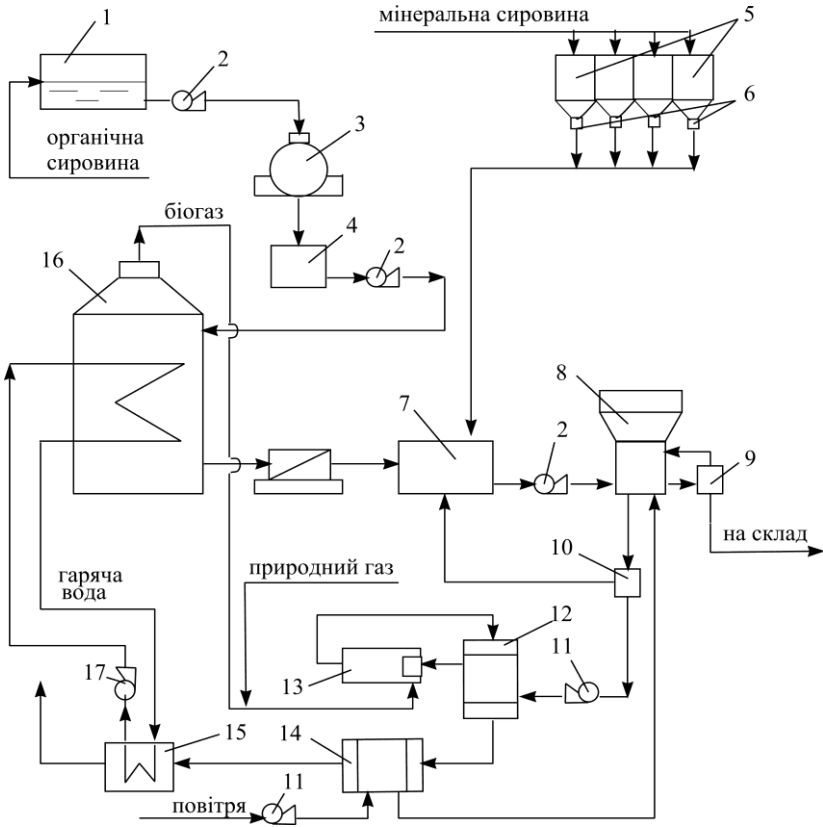


Рисунок – Принципова схема установки

- 1- приймальний бункер; 2 – насоси; 3 – подрібнювач; 4 – млин;
 5 – бункери для мінеральної сировини; 6 – дозатори; 7 – збірник;
 8 – сушарка; 9 – сепаратор; 10 – циклон; 11 – вентилятор;

Експериментальні дослідження показали, що насоси схеми "Сека" мають більш високий рівень к.к.д. (50-60%) ніж насоси "Туро"(44-50%).

КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ РОЗДІЛЕННЯ СИПКИХ МАТЕРІАЛІВ У ЛАБОРАТОРНОМУ ПНЕВМОКЛАСИФІКАТОРІ

*Литвиненко А.В., студент; Смирнов В.А., асистент;
Стороженко В.Я., професор*

Після розробки і створення класифікатора, виникає необхідність в оцінці його роздільної здатності. В наш час не існує єдиного показника оцінки якісних показників процесу, що зупиняє розвиток класифікуючого обладнання і не дає змоги визначити найбільш вдалу конструкцію.

Відомий цілий ряд критеріїв для кількісної оцінки ефективності розділення, такі як Ханкока – Луйкена, Г.О. Чечота, Дина, Маделя, Н.Г. Тюренкова, П.В. Лященка.

Із всіх цих критеріїв найбільш застосованим є критерій Ханкока – Луйкена, тому що інші критерії в ході математичних перетворень приймають вид критерія Ханкока – Луйкена:

$$E = \frac{\varepsilon_M - \gamma_M}{1 - \alpha},$$

де, γ_M - вихід дрібного продукту, %, ε_M - кількість отриманого продукту заданого розміру, %, α - кількість дрібного продукту, в пробі вихідного матеріалу.

Але цей метод не може бути використаний для розділення полідисперсних сумішей. Його область використання зводиться до розділення бінарних сумішей одного рівного складу.

Зараз також широкого застосування здобув критерій оптимізації, який базується на використанні кривих розділення, які запропоновані Р.Нагелем і К.Ф. Тромпом. Але багато вчених не згодні з твердженням про незалежність кривих фракційного розділення від початкового складу матеріалу. Аналіз показав, що цього критерію недостатньо для вирішення практичних задач.

Відомий також цілий ряд залежностей для кількісної оцінки процесу розділення, з використанням кривих фракційного розділення, такі, як критерій Едера – Бокштейна, інтегральний критерій Тромпа, точений критерій Едера – Майера, критерії - Терра, Грумбрехта, Едера. Інтегральні критерії несуть в собі більше інформації чим точкові, але являються й складнішими для використання. Проаналізувавши їх, приходимо висновку, що й їх не достатньо для вирішення поставлених задач.

Тому, для оцінки результатів лабораторного експерименту буде використовуватися критерій Ханкока – Луйкена, бо його найбільш доцільно використовувати при аналізі результатів лабораторних дослідів процесу фракціонування, які проводять на бінарних сумішах. Також цей критерій дозволяє розрахувати оптимальне значення ефективності роботи класифікатора і оцінити його конструктивні особливості.

ОСОБЕННОСТИ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕМЕШИВАНИЯ И ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КАРАМЕЛИ

Иванья А.В., студент

Промышленные выпарные аппараты, применяемые в пищевой промышленности, имеют ряд недостатков, устранение которых приведет к понижению себестоимости продукции и улучшению ее качества.

Упаривание сахарного сиропа достаточно «тонкий» процесс, сложность которого обусловлена свойствами обрабатываемого материала. Карамельная масса при температуре свыше 100°C представляет собой вязкую прозрачную жидкость, приемлемую для перемешивания внутри выпарного аппарата. По мере снижения температуры вязкость ее значительно возрастает, вплоть до приобретения пластичности (70—90°C) и кристаллизации (50°C). При высоких температурах сахара распадается на составные части, что приводит к ухудшению качества готовой продукции. Таким образом, необходимо уваривать сироп в ограниченном диапазоне температур.

Оптимальный подбор перемешивающего устройства и конструкции теплообменной поверхности позволит интенсифицировать процесс теплопередачи при выпарке сахарного сиропа. Выбор перемешивающего устройства необходимо производить по двум параметрам: интенсивности перемешивания и эффективности действия. Оптимальное их соотношение определяется временем, требуемым для достижения заданного технологического результата и затратами энергии для этого.

При исследовании процесса интенсификации теплопередачи рассмотрена методика подбора оптимальных параметров тепловой рубашки и расчет скорости движения сахарного сиропа внутри аппарата. Влияние разных параметров на теплопередачу оценено с помощью анализа существующих графических зависимостей. Важным аспектом при производстве карамели, является температуры карамелизации. Она может отличаться для различных видов карамели.

Интенсификация теплообмена между греющим паром и сиропом достигается за счет улучшения повышения коэффициента теплоотдачи на лимитирующей стадии теплообмена, а именно перемешиванием сиропа. Со стороны греющего пара процесс теплоотдачи интенсифицируют разнообразные конструктивные элементы на теплообменной стенке, путем увеличения поверхности теплообмена.

В работе предложен наиболее оптимальный тип перемешивающего устройства для рассматриваемых конструкций аппаратов, определены лимитирующие стадии процесса теплообмена и предложены методы их устранения.

Работа выполнена под руководством ассистента Логвина А.В.

ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ ДВОХФАЗНИХ ПОТОКІВ У КРИВОЛІНІЙНИХ КАНАЛАХ

Сущенко Н.В., студентка

Розвиток нових типів обладнання пов'язаний із зміною та ускладненням геометрії каналів, що вимагає розробки нових методик розрахунку.

У криволінійних каналах при невеликій швидкості руху газу сили в'язкості затримують появу вторинних течій і потік має ламінарний характер, але при підвищенні швидкості руху під дією відцентрової сили з'являються вторинні течії і це призводить до вихроутворення та втрат.

При русі багатофазних потоків (в нашому випадку двохфазного) в порівнянні з однофазним ускладнений опис руху кожної фази. Необхідно враховувати структурні зміни в кожній фазі та ефекти міжфазної взаємодії. Все це повинно бути відображене в математичному описі цього руху.

Внаслідок турбулентного режиму течії з'являються турбулентні пульсації різних параметрів потоку: швидкості, тиску, температури, концентрації, густини та ін., але враховуючи значення реальних швидкостей при розрахунках цим можна знехтувати. При огинанні жалюзі з'являються зона пониженого та підвищеного тисків, внаслідок сили інерції, котра діє на частки.

При описі руху крапель у газовому потоці має місце значна різниця між густинами суцільної та дисперсної фази. Тому масові сили значно викривляють траєкторії руху крапель. На неї діють сили: тертя, інерції, ваги. Відцентрові сили, які виникли при русі надають можливість виділитись часткам вологи із потоку, так як є перепад тиску між точками на різних радіусах кривизни. Краплі, що дійшли до стінки можуть переходити в плівку та у шар краплинної вологи біля неї. Також значний вплив має форма краплі, що враховується коефіцієнтом лобового опору ψ . В залежності від умов руху крапля може подрібнюватись та укрупнюватись (коагулювати). Її маса впливає на величину сили інерції, а також на кут відхилення від траєкторії руху газового потоку.

Рух крапель може впливати на зміну гідравлічного опору каналу. Також нерациональне проектування геометрії каналу призводить до появи вихроутворення та збільшення гідравлічного опору. Вплив геометрії каналу на гідравлічний опір на різних режимах руху перевірений за допомогою комп'ютерного моделювання, що дозволило отримати поле швидкостей та тисків в різних варіантах геометрії.

Проведений літературний огляд дозволив виявити основні недоліки розрахунків криволінійних каналів та визначитись із напрямками досліджень в подальшому, а комп'ютерне моделювання - отримати оптимальну форму геометрії каналу з точки зору енергетичних втрат.

Робота виконана під керівництвом асистента Логвина А.В.

ПЕРСПЕКТИВИ ОТРИМАННЯ МІКРОГРАНУЛ У ВІБРАЦІЙНИХ ГРАНУЛЯТОРАХ

*Скиданенко М.С., аспірант; Артюхов А.Є., ст. викладач;
Склабінський В.І., професор*

В технологічних процесах при виробництві гранульованих продуктів широке розповсюдження одержав спосіб гранулювання з одержанням гранул в грануляційних вежах. Конструкції основного технологічного обладнання установки – грануляторів розчинів та розплавів – відрізняються широким спектром конструкцій залежно від вимог до кінцевого продукту.

Зокрема, в останні роки зростає попит на гранульовану продукцію однорідного дисперсного складу і малих розмірів гранул, що пов'язано з розвитком галузей промисловості, які потребують застосування мікрогранул в технологічних процесах (харчові продукти, окислювачі палива та ін.)

Існуючі в теперішній час гранулятори не можуть забезпечити такі високі вимоги до гранульованого продукту. Враховуючи це доцільне дослідження гідромеханічних характеристик пристроїв для отримання мікрогранул. Для встановлення характерних залежностей гідромеханічних параметрів процесу гранулювання проведено перший етап досліджень на лабораторному стенді, в ході яких були отримані умови витікання струменя, які впливають лише на характер затухаючих коливань струменя. Ці коливання для еліптичних отворів виражаються в тому, що еліптичний переріз струменя під дією капілярних сил коливається в радіальному напрямку таким чином, що велика і мала осі еліпса періодично змінюються місцями. Амплітуда коливань поступово зменшується, а струмінь приймає форму, близьку до сферичної, після чого і відбувається розпад струменя внаслідок появи нестійких хвиль. Якщо струмінь рідини піддається випадковій зовнішній дії, то він розпадається на краплі різного розміру. При цьому максимальна кількість крапель буде мати розмір, близький до розміру крапель, об'єм яких дорівнює об'єму ділянки струменя завдовжки рівній довжині хвилі максимальної нестійкості.

В результаті досліду були отримані гранули діаметром 250-500 мкм. При накладанні сторонніх джерел коливань з постійною частотою спостерігається інша картина розпаду струменя на краплі. При цьому краплі, які утворюються, мають більшу монодисперсність зі збільшенням відсоткового вмісту гранул товарної фракції після охолодження і кристалізації крапель.

Отримані результати повинні дати можливість більш обґрунтовано підійти до питання вибору оптимальної конструкції грануляційного обладнання та гідромеханічних показників пристроїв для отримання гранульованого продукту з заданими характеристиками. Задачею подальших досліджень є визначення гідромеханічних умов одержання мікрогранул різних фракцій та відпрацювання технологічних і конструктивних параметрів роботи гранулятора в залежності від необхідного розміру товарної фракції.

ОКРУЖНЫЕ СКОРОСТИ ГАЗА (ПАРА) В РАБОЧЕЙ КАМЕРЕ ВИХРЕВОГО РАСПЫЛИВАЮЩЕГО ПРОТИВОТОЧНОГО МАССООБМЕННОГО АППАРАТА (ВРПМА)

Мохаммед Абдуллах Д., аспирант; Склабинский В.И., профессор

Расчет гидродинамики ВРПМА, определения его как гидродинамических так и массообменных характеристик требует дальнейших теоретических и экспериментальных исследований, сопоставления полученных результатов с анализом движения потоков газа и капель жидкости в рабочей камере такого аппарата.

Целью настоящей работы является усовершенствование методики расчета гидродинамики вихревой массообменной камеры, уточнение методов аналитического расчета радиальных размеров рабочей камеры вихревого противоточного массообменного аппарата.

Теоретические и экспериментальные исследования гидродинамики вихревых камер разных конструкций ВРПМА показывают, что интенсивность изменения тангенциальной составляющей полной скорости газового потока вдоль радиуса вихревой массообменной камеры в большей мере зависит от соотношения размеров радиуса патрубка отвода газа из рабочей камеры и радиуса, на котором расположены тангенциальные щели для ввода газа в эту камеру.

Из уравнений Навье-Стокса получено решение, которое позволяет определить радиус, расположения тангенциальных щелей для ввода газового потока в вихревую массообменную камеру.

С целью выработки рекомендаций по определению радиуса патрубка отвода газа из вихревой массообменной камеры и тангенциальной скорости газа возле цилиндрического сечения с этим радиусом были проведенные теоретические и экспериментальные исследования, которые обнаружили особенности гидродинамики ВРПМА и позволяют определить численные значения размеров высоты, тангенциальных щелей и патрубка отвода газа из вихревой массообменной камеры.

Для проверки методики расчета радиуса массообменной камеры ВРПМА, были выполнены экспериментальные исследования. При этом расчеты радиуса вихревой массообменной камеры при проектировании вихревой камеры и последующее изменение окружной скорости газа вдоль радиуса массообменной камеры проводились с использованием полученной формулы. Действительные значения скоростей газового потока определялись при помощи зондирования пятитканальным зондом по всей высоте вихревой камеры в нескольких сечениях вдоль радиуса вихревых камер.

Сопоставления и анализ экспериментальных исследований и теоретических расчетов позволяет указать на возможность использования предлагаемой методики для расчета радиальных габаритов вновь проектируемых ВРПМА.

МАССОБМЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВИХРЕВОГО РАСПЫЛИВАЮЩЕГО ПРОТИВОТОЧНОГО МАССОБМЕННОГО АППАРАТА (ВРПМА)

Аль Хайят Мохаммед Н.К., аспирант; Склабинский В.И., профессор

В последние годы наметилось одно из направлений в развитии массообменного оборудования. Это распыливающие аппараты, течение в которых характеризуется высокой степенью турбулентности и распыливанию жидкости на капли малого размера, что значительно ускоряет процесс массопередачи благодаря увеличению межфазной поверхности. Организация вихревого противоточного движения газа (пара) и капель жидкости дает возможность достичь нескольких теоретических ступеней изменения концентрации в одной ступени распыления. Поэтому создание методики расчета параметров, которые влияют на интенсивность массообмена в рабочей камере ВРПМА, является актуальной задачей, что дает возможность определить объемный коэффициент массопередачи.

Для определения коэффициента массопередачи были проведены теоретические и экспериментальные исследования по определению величина удельной поверхности контакта фаз, диаметра капель распыляемой жидкости, который зависит от относительной скорости движения фаз в зоне распыла, что в свою очередь определяется гидродинамической обстановкой вихревой массообменной камеры и ее геометрическими размерами. Были определены связи между основными геометрическими размерами камеры и параметрами распыливающего устройства, что позволяет учитывать получаемые результаты при ВРПМА и прогнозировать его массообменные характеристики.

В процессе проведения исследований была использована методика определения коэффициента массообмена основанная на определении коэффициента массоотдачи на основании экспериментальных данных по косвенному методу. Кроме этого, при выборе метода учитывалось, что коэффициенты диффузии в жидкостях на несколько порядков меньше, чем в газах. Это позволило определить эффективность по Мерффри и число единиц переноса, выразив эту величину через объемный коэффициент массоотдачи, получив объемный коэффициент массоотдачи в жидкой фазе. Распылитель аппарата, на котором проводились экспериментальные исследования, орошал массообменную камеру в радиальном направлении. Практически на всех режимах снижение коэффициента массоотдачи совпадает с увеличением относительной величины бризгоуноса.

Таким образом, определяя из уравнения материального баланса количество вещества переходящего из газа в жидкость и вычислив, по полученному в результате теоретических и экспериментальных исследований уравнению, коэффициент массопередачи можно рассчитать геометрию массообменной камеры ВРПМА и ее массообменные характеристики.

ПОЛИЧНИЙ СУШИЛЬНИЙ АПАРАТ ДЛЯ ТЕРМОЛАБІЛЬНИХ ЗЕРНОВИХ МАТЕРІАЛІВ

Шандиба Н.О., аспірантка; Юхименко М.П., доцент

Сушіння зернових термолабільних матеріалів є однією з технологічних операцій, що визначає не лише якість готового продукту, але й рівень енергоспоживання. Перспективним напрямком в удосконаленні сушильного обладнання є створення комбінованих конструкцій апаратів з активним аеродинамічним режимом, при якому інтенсифікація тепломасообміну досягається з мінімальними енерговитратами на підтримку зваженого шару. Ефективним методом інтенсифікації процесу може бути організація локальних, протитечійних або комбінованих режимів взаємодії потоку сушильного агента з продуктом.

В запропонованому апараті для реалізації інтенсивних способів сушіння передбачається секціонування внутрішнього простору шляхом встановлення каскаду перфорованих полиць під деяким кутом, створюючи умови гравітаційного руху матеріалу вздовж полиць та його пересипання з однієї полиці на іншу. На кожній з полиць в такій конструкції створюється ефективне перемішування, властиве зваженому шару, при збереженні переваг організованого протитечійного режиму.

В прийнятій розрахунковій моделі простір між полицями розглядається як окрема тепломасообмінна ступінь, а взаємодіючі потоки умовно розбиваються на ряд послідовно з'єднаних зон сушіння, в кожній із яких відбувається ідеальне перемішування (рисунок).

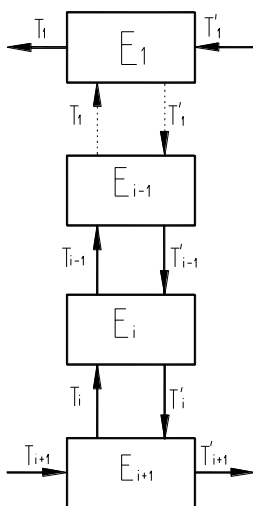


Рисунок - Розрахункова схема полицної сушарки

Температурний профіль протитечійної взаємодії потоків при однаковій ефективності процесу характеризується меншою рушійною силою (різницею температур) і може бути оптимізований завдяки конструктивним удосконаленням та регулюванню режиму сушіння.

Рівняння теплового балансу потоків зернистого матеріалу та сушильного агенту вирішується разом із замикаючим рівнянням кінетики тепловіддачі. Система має вигляд:

$$\theta c_i (T'_i - T'_{i-1}) + \theta c_a (x_i T'_i - x_{i-1} T'_{i-1}) = Q c_a (b_{i-1} T_{i-1} - b_i T_i) \quad (1)$$

$$\frac{T_i - T_{i-1}}{T_i - T'_i} = E_i, \quad (2)$$

де, T'_i , x_i – відповідно температура та вологість матеріалу в i -му ступені сушарки; T_i , b_i – відповідно температура та вологість повітря в i -му ступені сушарки; c_m – теплоємність матеріалу; c_a – теплоємність води; θ – витрата сухого матеріалу; Q – витрата повітря; E_i – ефективність процесу сушіння в i -му ступені.

Визначення кінетичних характеристик сушіння проводилось із застосуванням загальноприйнятих методик, результати експерименту добре узгоджуються із запропонованою експоненціальною моделлю ефективності процесу. Слід звернути увагу на кореляцію ентальпій сушильного агенту в робочому об'ємі кожного ступеню та вологи, що утримується в шарі зернового матеріалу, розташованого на відповідній полиці. Експериментальне визначення параметрів вказаних потоків дозволило виключити невідомі вологості в рівнянні теплового балансу (1) та замкнути систему.

Рекурентна процедура передбачає попарне визначення температур матеріалу та сушильного агенту (повітря) для кожної ступені (секції) апарата, що утворюється між суміжними полицями. Розрахунок розпочинається з останньої ступені, задаючись її ефективністю E_{i+1} , початковою температурою нагрітого повітря T_{i+1} та зерна після сушіння T'_{i+1} . Замкнена система рівнянь з двома невідомими дозволяє визначити наступну пару температур сушильного агента T_i та матеріалу T'_i , які будуть вихідними параметрами для попередньої секції. Процедура проводиться аж до визначення характеристик першої секції, де розрахункова температура зерна порівнюється з початковою реальною, в разі розходження, вносяться відповідні корективи в T'_{i+1} до усунення похибки.

Алгоритм досить просто реалізується в прикладній програмі.

ТРЕБОВАНИЯ К КОНТАКТНЫМ УСТРОЙСТВАМ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ВАКУУМНОЙ РЕКТИФИКАЦИИ НЕФТИ

Мухаммед Мухаммед Эль Шейх, аспирант; Якушко С.И., доцент

Разделение нефти на фракции по их температурам кипения в целях получения товарных нефтепродуктов или их компонентов основано на том, что при нагреве нефти образуется паровая фаза, представляющая собой смесь углеводородов. С помощью методов многократной перегонки нефтяных фракций добиваются высокой чёткости разделения нефти на фракции.

На промышленных установках разделение нефти вначале проводится при атмосферном давлении, а затем под вакуумом. При атмосферной перегонке нефть нагревается не выше 370°C, так как при более высокой температуре начинается расщепление углеводородов — крекинг, а это нежелательно из-за того, что образующиеся непредельные углеводороды резко снижают качество и выход целевых продуктов. В результате атмосферной перегонки отгоняются фракции, выкипающие примерно от 30 до 350—360°C, и в остатке остаётся мазут. Из нефтяных фракций, выкипающих до 360°C, получают различные виды топлив (бензины, топлива для реактивных и дизельных двигателей), сырьё для нефтехимического синтеза (бензол, этилбензол, ксилолы, этилен, пропилен, бутадиен), растворители и др. Дальнейшая перегонка мазута проводится под вакуумом (остаточное давление 5,3—8 кН/м², или 40—60 мм рт. ст.), чтобы свести к минимуму крекинг углеводородов.

Современная промышленная ректификация основана на использовании тарельчатых и насадочных колонн. К контактным устройствам, устанавливаемым в колоннах вакуумной, в особенности глубоковакуумной перегонки мазута предъявляются повышенные требования по гидравлическому сопротивлению: считается, что они должны иметь перепад давления в пределах 130 - 260 Па 1 на одну ступень разделения.

Тарельчатые контактные устройства имеют большое гидравлическое сопротивление. К тому же расстояние между тарелками составляет приблизительно 0,4 - 0,5 метра, поэтому реальная высота ректификационных колонн часто превышает 30 метров и более.

В последние годы в мировой нефтепереработке все более широкое распространение при вакуумной перегонке мазута получают насадочные контактные устройства регулярного типа, обладающие, по сравнению с тарельчатыми, наиболее важным преимуществом □ весьма низким гидравлическим сопротивлением на единицу теоретической тарелки. Это достоинство регулярных насадок позволяет конструировать вакуумные ректификационные колонны, способные обеспечить либо более глубокий отбор газойлевых (масляных) фракций с температурой конца кипения вплоть до 600°C, либо при заданной глубине отбора существенно повысить четкость фракционирования масляных дистиллятов.

Насадочные колонны имеют более высокую эффективность, но высота теоретической ступени разделения для промышленных насадочных колонн большой производительности составляет от 0,4 метра и выше. Это связано с байпас-эффектом, степень влияния которого увеличивается с ростом диаметра колонны. Главное противоречие насадочных колонн заключается в том, что повышение эффективности процессов тепло- и массообмена требует увеличения удельной поверхности насадок. Это неизбежно приводит к росту гидравлического сопротивления колонны и к снижению ее производительности. В результате этого колонны становятся очень высокими, громоздкими и требующими избыточного расхода энергии. Это в конечном итоге приводит к повышенным затратам на ректификацию.

На некоторых нефтеперерабатывающих заводах успешно функционирует принципиально новая высокоэффективная технология вакуумной перегонки мазута в перекрестноточных насадочных колоннах, в которых существенно отличаются гидродинамические условия контакта фаз. Если в противоточных насадочных колоннах насадка занимает все поперечное сечение колонны, а пар и жидкость движутся навстречу друг к другу, то в перекрестноточных насадочных колоннах насадка занимает только часть поперечного сечения колонны, поскольку по высоте разделена на несколько секций, представляющих собой единую совокупность элемента регулярной насадки с распределителем жидкостного орошения. Отличительной особенностью этой насадки является малое гидравлическое сопротивление, поскольку потоки фаз разделены: она проницаема для пара в горизонтальном направлении и для жидкости в вертикальном направлении.

Предлагаются новые подходы, основанные на модифицированной пленочной ректификации. Традиционная пленочная колонна имеет несколько серьезных достоинств. Это, прежде всего, простота конструкции, очень низкое сопротивление парогазовому потоку и очень хорошая разделительная способность. Пленочная колонна среди всех ректификационных колонн имеет самую низкую высоту теоретической тарелки, приблизительно равную 5 мм, но при условии скорости парогазового потока не более 0,01 м/с. При повышении скорости парогазового потока внутри колонны до реальных промышленных скоростей в 1,5-2,0 м/с наблюдается эффект "размазывания" пленки по вертикали, что приводит к непропорционально резкому увеличению высоты колонны.

Поэтому контактные устройства для проведения вакуумной ректификации нефти должны обеспечивать широкий диапазон устойчивой работы колонны при сохранении в целом по аппарату принципы и достоинства противотока фаз, высокую скорость паров в расчете на горизонтальное сечение без повышения гидравлического сопротивления, а также устранить такие дефекты, как захлебывание, образование байпасных потоков, брызгоунос и другие, характерные для противоточных насадочных или тарельчатых колонн.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ИНЕРЦИОННО-ФИЛЬТРУЮЩИХ СЕПАРАТОРОВ

Логвин А.В., ассистент; Аль-Раммахи М.М., аспирант

Применение инерционно-фильтрующих газосепараторов сдерживается из-за отсутствия методов расчета таких сепараторов и недостатка информации о проведенных обширных экспериментальных исследований. Такое положение сложилось вследствие новизны инерционно-фильтрующего (ИФ) оборудования.

При разработке математического описания процесса и подтверждения его адекватности необходимо иметь набор экспериментальных данных для задания граничных и начальных условий, выявления границ применения полученных математических формул. Проведенный литературный обзор работ, связанных с описанием гидродинамики в криволинейных каналах показал, что одним из сложных вопросов является определение гидравлического сопротивления и эффективности работы оборудования, а также нахождения границы оптимальности значений этих параметров.

Для определения оптимального соотношения между гидравлическим сопротивлением и эффективностью работы был изготовлен стенд, на котором исследовалось движение газожидкостных потоков. При этом изменялась нагрузка по газу и определялось гидравлическое сопротивление на сухом аппарате. Следующим этапом было изучение изменения гидравлического сопротивления ИФ элемента и эффективности разделения газожидкостной смеси. В нашем случае процесс исследования происходит на двухфазной системе – воздух – вода. В ходе исследования были проведены эксперименты при различной нагрузке по жидкости: 100 г/м^3 , 200 г/м^3 , 300 г/м^3 . Влияние этого параметра на гидравлическое сопротивление и эффективность получено в виде графических зависимостей. С помощью критериальных уравнений мы можем перенести результаты этих исследований на систему природный газ - нефть. Все полученные экспериментальные данные обработаны с применением математических методов, которые подтверждают адекватность полученных результатов, а также дают возможность определить погрешности проводимых исследований.

Результатом данной работы является разработка методики определения оптимального гидродинамического режима, на котором достигается оптимальное соотношение между гидравлическим сопротивлением и эффективностью разделения газожидкостной смеси.

Данные исследования позволили получить рекомендации для проектирования инерционно – фильтрующего оборудования на различных газожидкостных системах: нефть – вода, природный газ – нефть, воздух-нефть и других системах.

Работа выполнена под руководством профессора Склабинского В.И.

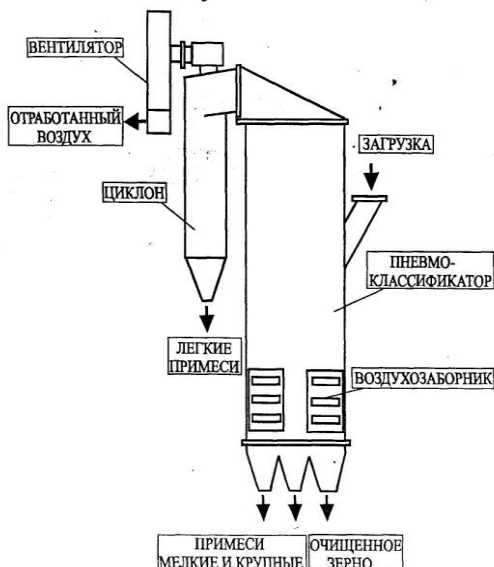
ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

Юхименко Н.П., доцент

В агропромышленном комплексе при производстве и обеспечении сохранности сельскохозяйственной продукции самая важная роль отводится ее переработке. С развитием фермерских хозяйств и маломощных перерабатывающих цехов, у производителей сельскохозяйственной продукции возникает необходимость в малогабаритном и энергосберегающем оборудовании.

Разработанные автором установки предназначены для удаления сорных примесей из смеси семян сельскохозяйственных культур с их минимальным травмированием, удаления легковесных испорченных зерен, повышения всхожести семян, разделения продуктов размола зерна. Установки также обеспечивают одновременную сушку зерна до остаточной влажности.

Принцип действия установок (см. рисунок) основан на разделении смеси семян сельскохозяйственных культур воздушным потоком в пневмоклассификаторе с помощью контактных элементов таким образом, что смесь, проходя через установку, очищается от больших и малых примесей, которые выводятся отдельно от чистого зерна. Для очищения от легких примесей дополнительно применяется аспирационная система. Регулирование в процессе работы контактных элементов позволяет подобрать оптимальный режим обработки с минимальными энергозатратами.



Производительность установки 1-3 т/ч; степень извлечения мелких зерен в унос 97-98%; полнота выделения сорных примесей не менее 50%; всхожесть семян на 10-15% выше исходной; влажность зерен на 8-10% ниже исходной; расход воздуха (теплоносителя) 1-2 тыс. м³/ч; гидравлическое сопротивление не больше 1500-3000 Па; габаритные размеры пневмоклассификатора: сечение 500x250, высота 3 м (без вспомогательного оборудования).

Рисунок – Принцип действия установки

ГРАНУЛОУТВОРЕННЯ У ПСЕВДОЗРІДЖЕНОМУ ШАРІ

Якушко С.І., доцент

Номенклатура гранульованих матеріалів дуже широка: мінеральні добрива, каталізатори, отрутохімікати, миючі засоби, комбікорм і багато що інше. Це пояснюється великою економічною ефективністю використання гранульованих матеріалів. Тому велика увага надається вивченню процесів грануляції і конструювання відповідної апаратури.

До теперішнього часу залежно від властивостей гранульованих матеріалів використовується велика кількість різноманітних процесів і конструкцій грануляторів. За устрєм і принципом дії відомі наступні типи грануляторів: барабанні, тарілчасті (чашкові), конусні, стрічкові, вібраційні, пресформуючі і ряд інших.

Із перерахованих грануляторів виділимо гранулоутворення у псевдозрідженому шарі, яке має ряд переваг у порівнянні з іншими. Це перш за все велика інтенсивність процесів грануляції, висока якість гранул, що утворюються, їх висока щільність і міцність.

Псевдозріджений шар є двофазною системою, яка характеризується перемішуванням твердих частинок за рахунок обміну енергією з газовою фазою. При цьому псевдозріджений шар перетворюється під впливом зріджуючого агента у псевдогомогенну систему, яка придбаває властивості краплинної рідини.

Гранулоутворення у псевдозрідженому шарі супроводжується складними гідродинамічними і тепломасообмінними процесами зростання гранул і утворення нових частинок - центрів гранулоутворення. Для розрахунків грануляторів із псевдозрідженим шаром важливо знати закономірності зміни гранулометричного складу продукту в часі, виявити способи досягнення максимального виходу цільової фракції.

Пропонуються різні методики розрахунку гранулометричного складу продукту: або шляхом сумісного рішення рівняння швидкості росту окремої частинки і розподілу гранул за часом їх перебування в апараті, або шляхом використання рівняння суцільності з джерелами і стоками, що враховують закономірності і механізм процесу [1]. Проте у реальному процесі в апараті одночасно відбувається як грануляція, так і класифікація частинок.

Запропонований математичний опис процесу для випадку, коли зростання гранул пропорційне поверхні частинок шару - так зване нормальне зростання гранул. Проте реальні процеси грануляції протікають з відхиленням від нормального зростання. В цьому випадку визначення гранулометричного складу вимагає введення в одержані рівняння емпіричних коефіцієнтів. Тому коефіцієнт гранулоутворення і функція розподілу частинок, що утворюються в шарі, для кожного матеріалу повинні визначатися з експерименту.

Особливості формуванні гранул визначають властивості гранульованих матеріалів, режимні параметри і конструктивні параметри грануляторів із псевдозрідженим шаром. Для визначення вказаних коефіцієнтів були проведені дослідження процесів гранулоутворення у псевдозрідженому шарі органічних речовин, зокрема, зброженої в метантенках біомаси відходів тваринництва і птахівництва. Цей продукт має певні особливості, визначення яких суттєво впливає на процес гранулоутворення у псевдозрідженому шарі.

По-перше, вихідний продукт представляє собою неоднорідну гетерогенну суміш, яка складається з твердих часток, що складають дисперсну фазу, а також рідку фазу, яка є водним розчином солей, кислот та лугів. Фракційний склад твердих (завислих) часток різноманітний і залежить від виду та віку тварин, кормового раціону та якості попередньої обробки (ступеню подрібнення, теплової та біологічної дії) компонентів, що входять до складу суміші. Встановлено, що частки розміром 7-10 мм складають 3 %, 5-7 мм – 5 %, 2-5 мм – 20 %, рештка – частки розміром менше 2 мм. Сухі частинки мають щільність 13000 кг/м³, а завислі частинки - 1050-1060 кг/м³ [2].

Після перемішування та попередньої термобіологічної обробки у метантенку суміш має велику кількість колоїдних часток, які утворюють в'язку структуру. Щільність рідкої фази коливається в межах 1010-1017 кг/м³ [2].

Також великий вплив на склад суміші має вміст та склад підстилкового матеріалу, який додає до складу суміші ще й вапно у кількості до одного відсотка.

Проведені дослідні гранулювання екскрементів свиней та птиці показали, що завдяки відмітним властивостям вказаного продукту процес гранулоутворення відбувається інтенсивно, спостерігається хороша зчіплюваність органічної речовини, що розпилюється, з поверхнею гранул, які знаходяться в шарі.

Встановлено, що висоту шару, а тому і певну кількість частинок в шарі, можна досить легко підтримувати за рахунок температури зріджуючого агента: з пониженням температури збільшується кількість товарної фракції, тоді як із підвищенням температури збільшується кількість центрів гранулоутворення як за рахунок дрібних частинок пульпи, що вводиться в шар, так і за рахунок подрібнення великих гранул.

Таким чином, для виробництва органічних і органо-мінеральних добрив може бути рекомендований процес грануляції у псевдозрідженому шарі.

Список літератури

1. Годес О.М., Каганович Ю.Я., Налімов С.П. и др. – М.: Металлургия. - 1973. – 288 с.
2. Дубровский В.С., Виестур У.Э. Метановое сбраживание сельскохозяйственных отходов. – Рига: Зинатне, 1988. – 204 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ КЛАСИФІКАТОРА З ВИСХІДНИМ СТРУМЕНЕМ

Смирнов В.А., асистент; Юхименко М.П., доцент

Гравітаційна класифікація застосовується для розділення сумішей з частинками від 0,06 до 5 мм, що часто зустрічаються в технології виробництва мінеральних добрив, електродної, харчової, зернопереробної та ін. Пропонована конструкція пневмокласифікатора з висхідним струменем відноситься до апаратів з активним аеродинамічним режимом. У плоских дифузорах з кутом $\alpha_1=20^\circ$ і ступенем розширення $n_1=4$ спостерігається відрив потоку, а течія перетворюється на струминну. Установкою похилих перфорованих полиць вдалося скеровано вирівняти профілі швидкостей і тиску. При цьому створивши локальний пік у центрі для інтенсивної дії на матеріал, який піддається класифікації. Внаслідок чого утворюються витягнуті області обертання матеріалу. Ці області наявності крупних вихорів, забезпечують регулярне перемішування матеріалу, як в подовжньому, так і в поперечному напрямі. Така картина підсилює вплив сил інерції по відношенню до гравітаційних, що є передумовою можливості значного зменшення висоти апарата. За час проходження частинок зони над перфорованими полицями спостерігається режим продування. У момент сходу частинок з кромки полиці вступає в дію високо інтенсивний струмінь. Така послідовність повторюється кілька разів та забезпечує задовільну якість процесу класифікації. Побудовані графіки у відносних координатах для локальної швидкості по відношенню до максимальної та середньої витратної в перерізі. Досліди дубльовані в проточній частині зі встановленими перфорованими похилими полицями. Наявність полиць викликає стійкі зміни структури повітряного потоку. Проаналізовані графіки швидкостей для випадків полого апарата та апарата з похилими полицями. Гідралічний опір апарата з перфорованими полицями більший, ніж в порожнистих, хоча менше, ніж в апараті з суцільними полицями. Проте в даному випадку можна отримувати значну інтенсифікацію дії несучого середовища при менших об'ємних витратах, що компенсує витрати на створення тієї ж транспортної здатності в порожнистих апаратах без контактних елементів. Були отримані графіки кривих частинних залишків продуктів розділення штучних сумішей. В результаті отримані оптимальні технологічні параметри для виділення окремих фракцій в середній частині апарата за умов задовільного очищення верхнього продукту, що йде у винесення, та нижнього - в провал. Проведена кінзйомка процесу класифікації сипкого матеріалу крізь прозору стінку для різних режимів питомого навантаження, що розкрила динаміку руху частинок у класифікаторі. Полиця, спрямована вгору, утворює вихоровий рух потоку тільки в просторі над полицею, між її поверхнею і стінкою. Впливаючи на швидкість і турбулентність потоку як шляхом зміни кута розкриття конуса, так і зміною числа і розташування полиць, вдається істотно вплинути на швидкість гідромеханічних і тепломасообмінних процесів.

ОЦЕНКА ЭНЕРГОЗАТРАТ ПРИ ИЗМЕЛЬЧЕНИИ ЗЕРНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ

Юхименко Н.П., доцент; Мельниченко В.В., инженер

В последние десятилетия мельницы ударного действия стали повсеместно внедряться в различные отрасли промышленности. В отличие от других типов мельниц, они при простоте конструкций являются компактными, имеют меньше энергозатраты и позволяют получать продукт высокой тонины.

Следует отметить, что оценка энергетических затрат как отношение мощности привода мельницы к ее производительности (удельные энергозатраты $W=N/G_T$) не является рациональной. Анализ производственных показателей мельницы ударного действия при измельчении различных видов материалов различной крупности показали, что с увеличением производительности мельницы на ту же величину уменьшаются энергозатраты. То есть мощность привода мельницы при повышенной производительности остается постоянной, а это приводит к увеличению тонины помола в 1,5-3,5 раза. При этом снижение энергозатрат на процесс измельчения сопровождается ухудшением гранулометрического состава полученных порошков, повышением их полидисперсности, а соответственно, и снижением качества готовых продуктов.

Для сохранения неизменности гранулометрического состава измельченного материала при повышении производительности мельницы необходимо обязательно увеличивать мощность привода, что в итоге приводит к существенному повышению удельных энергозатрат.

Поэтому более рациональным подходом является оценка энергозатрат на процесс измельчения как отношение удельных энергозатрат (W) на единицу вновь образованной поверхности (ΔS), то есть

$$E=W/\Delta S. \quad (1)$$

Вновь образованная удельная поверхность ($\text{м}^2/\text{кг}$), полученная в процессе измельчения, будет равна

$$\Delta S = S_{\kappa} - S_{\eta} = \frac{6}{\rho_T} \left[\sum_1^i \frac{N_{\kappa i}}{d_{\kappa i}} - \sum_1^j \frac{N_{\eta j}}{d_{\eta j}} \right], \quad (2)$$

где S_{κ} , S_{η} – удельные поверхности частиц материала соответственно до и после измельчения, $\text{м}^2/\text{кг}$; $N_{\eta j}$, $N_{\kappa i}$ – число частиц в каждой фракции материала соответственно до и после измельчения, шт; $d_{\eta j}$, $d_{\kappa i}$ – эквивалентный среднегармонический диаметр частиц каждой фракции

материала соответственно до и после измельчения, м; ρ_T – истинная плотность измельчаемого материала, кг/м³.

Число частиц в каждой фракции прямо пропорционально массе каждой фракции и обратно пропорционально массе частицы среднего диаметра:

$$N_{ij} = \frac{M_j}{m_{cpj}} = \frac{6M_j}{\pi d_{cpj}^3 \rho_T}, \quad (3)$$

$$N_{ki} = \frac{M_i}{m_{cpi}} = \frac{6M_i}{\pi d_{cpi}^3 \rho_T}. \quad (4)$$

Подставляя уравнения (3) и (4) в выражение (2) и преобразив, получим уравнения для определения поверхности готового продукта в виде

$$\Delta S = 11,5 \frac{G_T}{\rho_T^2} \left[\frac{1}{d_{cpk}^4} - \frac{1}{d_{cpi}^4} \right]. \quad (5)$$

Расчеты, проведенные по уравнениям (1) – (5) показали следующее:

1) по литературным данным при измельчении зерен пшеницы удельные расходы энергии (упрощенный подход) при увеличении производительности мельницы в 1,4 раза (от 185 кг/ч до 250 кг/ч) уменьшились также в 1,4 раза (соответственно 120 кВт/т и 88 кВт/т), крупность измельченного продукта при этом увеличилась в 2 раза (200 мкм против 100 мкм). По уточненной методике (с учетом удельной поверхности) при производительности 185 кг/ч энергозатраты составляют 7,1 кВт/м², а при 250 кг/ч – 10,1 кВт/м², то есть, наоборот, выше в 1,4 раза. Для сохранения тонины помола в 100 мкм при увеличении производительности мельницы до 250 кг/ч необходимо увеличивать мощность привода в 1,5 раза. При этом удельный расход энергии не изменился (в обоих случаях равен 120 кВт/т);

2) по литературным данным при измельчении сахара удельные расходы энергии (упрощенный подход) при увеличении производительности с 250 кг/ч до 6800 кг/ч уменьшились в 50 раз ! (с 455 кВт/т до 9 кВт/т), тонина помола увеличилась с 5 мкм до 147 мкм. По уточненной методике при производительности 250 кг/ч энергозатраты составили 0,81 кВт/м², а при 6800 кг/ч соответственно 0,033 кВт/м², то есть уменьшились в 25 раз. Для сохранения тонины помола в пределах 5 мкм при производительности 6800 кг/ч понадобился бы привод мощностью 12,5 тыс. кВт, при этом удельный расход энергии составил бы 1838 кВт/т против 9 кВт/т !

Таким образом, оценка энергозатрат с учетом обновленной удельной поверхности позволяет получить более корректные результаты.

ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ В УДАРНО-ОТРАЖАТЕЛЬНЫХ МЕЛЬНИЦАХ

Казиков Д.Д., аспирант, СНАУ

В пищевой и фармацевтической промышленности, для изготовления многих видов продукции, одной из технологических стадий является получение порошкообразных ингредиентов растительного происхождения. Данная стадия осуществляется путем тонкодисперсного измельчения в мельницах различного типа, в том числе и в высокоскоростных измельчителях ударно-отражательного действия – дезинтеграторах и дисмембраторах.

Потребляемая мощность данных измельчителей достаточно высока и достигает 25-50 кВт и тем выше, чем больше тонина помола. Согласно классическим теоретическим представлениям Риттингера, Кирпичева и Кикка, затрачиваемая энергия расходуется на поверхностное и объемное разрушение частиц в процессе измельчения. При этом часть механической работы разрушения переходит в тепловую энергию, которая приводит к локальному разогреву измельчаемых частиц до значительных температур. Данный факт является очень важным особенно при измельчении растительного сырья, поскольку локальные температуры разогрева зачастую превышают те предельные значения, при которых может произойти разрушение биологической структуры измельчаемого сырья и даже его воспламенение. Причем, чем больше тонина помола продукта, тем больше удельный расход энергии на измельчение и, соответственно, будут выше локальные температуры разогрева измельчаемого продукта и большая вероятность изменения его биологической структуры.

Поэтому полученные при измельчении тонкодисперсные порошкообразные ингредиенты, которые соответствуют требованиям стандарта по отношению к размерам частиц, не всегда будут соответствовать качественным показателям по биохимическому составу ввиду влияния «теплового» механизма активации биохимических реакций, приводящих к изменению биологической структуры получаемых продуктов.

Как показывают экспериментальные данные, в процессе измельчения пшеницы ее зерна разогреваются до температуры 80-85⁰С, хотя даже при сушке зерна пшеницы температура сушильного агента должна быть в пределах 50-90⁰С. То есть в процессе измельчения имеется большая вероятность изменения биологической структуры зерна.

Таким образом, при разработке конструкций измельчителей ударно-отражательного действия необходимо учитывать влияние выделяющейся тепловой энергии на изменение физико-химических свойств измельчаемых материалов в зависимости от тонины помола.

Работа выполнена под руководством доцента Юхименко Н.П.

УТОЧНЕНИЯ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ ГРАНУЛ В ГРАНУЛЯЦИОННЫХ БАШНЯХ

Кононенко Н.П., ст. науч. сотр; Склабинский В.И, профессор

Определение максимального диаметра факела распыла плава гранулятором и траектории движения гранул необходимо для оптимизации тепловой загрузки грануляционной башни, предотвращения налипания гранул на конуса охладителя кипящего слоя или рабочие поверхности механизма выгрузки продукта из башни, предотвращения пересечения струй при установке нескольких грануляторов. Кроме того, это позволит оптимизировать саму форму перфорированной оболочки в соответствии с параметрами грануляционной башни различных агрегатов производства азотных удобрений.

С этой целью были проведены расчеты траектории движения гранул, которые вылетают из перфорированной оболочки гранулятора под различными углами к горизонту. В качестве расчетных зависимостей была взята известная система уравнений для двухмерного движения частиц в любом режиме обтекания их средой. Результаты расчетной и экспериментальной траектории движения гранул в башне приведены на рисунке. Экспериментальные данные зависимости диаметра факела распыла гранулятора от высоты падения были получены на башне агрегата получения аммиачной селитры АС-62.

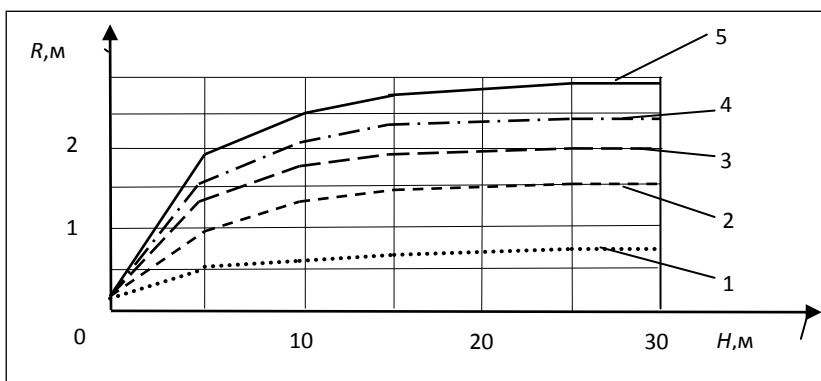


Рисунок – Зависимость диаметра факела распыла от высоты падения гранул при скорости истечения плава из перфорированной оболочки 2 м/с и скорости вращения гранулятора 55 об/мин для различных углов истечения струй θ , град. 1 – $\theta = 0$; 2 – $\theta = 22,5$; 3 – $\theta = 45$; 4 – $\theta = 90$; 5 – экспериментальная при $\theta = 90$.

Получены результаты, которые свидетельствуют о необходимости учета параметров движения воздуха в грануляционной башне при расчетах траектории движения гранул.

УТОЧНЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК СТРУМЕНЯ РІДИНИ ПРИ ВИТІКАННІ З ПЕРФОРОВАНИХ ОБОЛОНОК

Осіпов В.А., доцент; Кононенко М.П., ст. наук. співроб.

Грануляція речовин шляхом диспергування їх розплаву в порожнину башти є одним з найпоширеніших способів одержання азотних мінеральних добрив. При цьому, показники роботи цих виробництв по енергетичній ефективності потребують поліпшення якісних параметрів роботи існуючого встаткування. Значна частина виробництв має діаметр башт понад 15 м і висоту падіння гранул 50-55 м, тоді як діаметр факелу розпила крапель гранулятором становить 5-8 м. В наслідок цього робочій об'єм башти використовується не ефективно, так як теплообмін між гранулами, що падають та висхідним потоком холодного повітря протікає в незначному об'ємі, частки добрива в кінці польоту мають високу температуру, що приводить до їх руйнування при падінні на робочі поверхні низу башти, комкуванню та налипанню продукту на конуса. Виходячи з цього, виникає потреба в розробці диспергаторів (грануляторів) плаву, які б дозволяли отримувати факел розпилу 15-22 м.

Створення таких грануляторів пов'язане з підвищенням швидкості витікання плаву з отворів перфорованої оболонки. Для визначення необхідної потужності вібраційної системи та інтенсивності її коливань, характеристик струменя та процесу капле утворення були проведені досліді по виявленню умов стабільності струменя рідини в залежності від різних режимів її витікання з отвору.

Дослідження гідродинамічних параметрів процесу витікання рідини з герметичного, вертикально розташованого циліндричного резервуара, простійного поперечного перетину проводились через регульовані по діаметру отвори на дні й бічній поверхні. Схема дослідної установки наведена на рисунку. В якості рідини використовувалась вода та модельна рідина, яка мала щільність, в'язкість та коефіцієнт поверхневого натягу близькі до аналогічних показників плаву азотного добрива.

Досліді проводилися на одиночному отворі. Швидкість витікання рідини з отвору регулювалася шляхом змінювання висоти розташування напірної ємності перед герметичним циліндричним резервуаром з отвором. Підтримання постійного рівня рідини в напірній ємності досягалося завдяки наявності системи переливу. В ході проведення дослідів змінними параметрами були напір модельної рідини перед отвором та його діаметр, склад модельної рідини і кут до горизонту під яким вона витікає з циліндричного резервуару. Параметром, який визначався, була довжина суцільної частини струменя рідини. Результати досліджень приведені в таблиці.

У ході проведення дослідів по вивченню гідродинамічних характеристик процесу витікання рідини з отвору було виявлено залежність

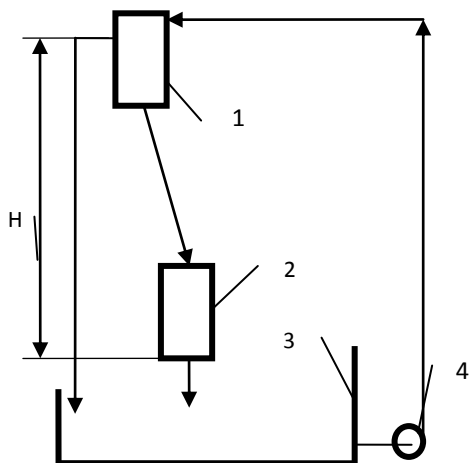


Рисунок - Схема дослідної установки: 1–напірна ємність; 2 – герметичний вертикальний циліндричний резервуар; 3 – прийомна ємність; 4 – насос

довжини суцільної частини струменя від діаметру отвору та швидкості витікання (напору) рідини. При цьому було відмічено, що довжина суцільної частини струменя рідини при напорах від 250 мм до 2500 мм мала тенденцію до зменшення. Це свідчить про те, що для її подрібнення не потрібно накладати більш потужні імпульси.

Аналогічні результати були отримані для модельної рідини.

Таблиця - Залежність довжини суцільної частини струменю від напору та діаметру отвору

№ п/п	Діаметр отвору, мм	Довжина суцільної частини при напорі, (мм)					
		2500	2000	1500	1000	500	250
1	2,0	142	128	120	115	88	130
2	1,8	152	140	164	155	160	220
3	1,2	120	150	175	180	180	150

Проведені досліди підтверджують можливість створення грануляторів плаву азотних добрив з діаметром факелу розпилу гранул понад 15 м, які дадуть можливість отримувати гранули в вузькому фракційному діапазоні, без підвищення потужності вібратора; отримувати максимальну кількість частинок з найбільшим розміром, що може охолотитись в цій башті; забезпечити можливість регулювати розміром крапель в залежності від температури повітря. В результаті цього, теплове навантаження на вежу буде близьким до оптимального, що дозволить зменшити налипання частинок на робочих поверхнях башти, і як результат, зменшити непродуктивні витрати енергоносіїв на повторну переробку некондиційного продукту та з викидами пилу азотних добрив в атмосферу, а також покращити екологічну ситуацію в районі виробництва.

Наукове видання

Сучасні технології в промисловому виробництві

Матеріали

науково-технічної конференції викладачів,
співробітників, аспірантів і студентів
факультету технічних систем та
енергоефективних технологій

(Суми, 18 – 22 квітня 2011 року)

ЧАСТИНА I

Відповідальний за випуск В.Г. Євтухов
Комп'ютерне верстання В.Г. Євтухова

Стиль та орфографія авторів збережені.

Формат 60x84 1/16. Ум. друк.арк. . Обл.-вид.арк. . Тираж 60 пр. Зам. № .

Видавець і виготовлювач

Сумський державний університет,

вул. Римського-Корсакова, 2, м. Суми, 40007

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 3062 від 17.12.2007.