

**СОСТОЯНИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И РЕАЛИЗАЦИИ
ТЕПЛОГЕНЕРИРУЮЩИХ АГРЕГАТОВ**

*А.А. Евтушенко, С.Ф. Ковалёв, М.С. Овчаренко, А.А. Папченко
Сумский государственный университет, г. Сумы*

В пищевой, химической, фармацевтической и других областях существует ряд технологических процессов, которые предусматривают последовательную реализацию таких операций, как измельчение, перемешивание, подогрев и перекачивание рабочей среды. Продукт, который получается в результате этих процессов, представляет собой гидросмесь: кетчупы, кремы, пасты, мази, разнообразные многокомпонентные суспензии и прочее.

Как правило, для таких технологических процессов используется узкофункциональное оборудование для реализации отдельных операций. С целью ресурсо-, энергосбережения и снижения капитальных затрат на приобретение оборудования предлагается комбинирование вышеупомянутых операций в пределах одного агрегата. Таким образом, в большинстве случаев происходит переход от сухого помола твёрдых включений к гидромолу с одновременным интенсивным перемешиванием, подогревом и перекачиванием рабочей среды.

Один из возможных вариантов, который позволяет реализовать эффект гидроизмельчения, – это внедрение в упомянутое производство многофункционального теплогенерирующего агрегата (ТГА) [1, 2]. Именно эта машина предусматривает одновременную реализацию процессов измельчения, перемешивания, подогрева и перекачивания. Возможности предлагаемого ТГА открывают широкий спектр для его применения в ряде специфических технологий производства продукции в виде гидросмеси. Специфика разных технологий не позволяет одной конструктивной схемой ТГА заменить существующее оборудование, а нуждается в создании машин, в которых происходит перераспределение удельных затрат энергии между отдельными операциями. Например, для приготовления соевой пасты из сырого сырья наиболее важным есть процесс подогрева (термическая обработка продукта по технологии приготовления осуществляется при температуре не менее 105°C), а дополнительными процессами являются измельчение и перемешивание [3-7]. Относительно спиртового производства основным процессом является измельчение, которое обеспечивает необходимый гранулометрический состав зернового замеса [1, 2]. Вспомогательные процессы – это подогрев, перемешивание и перекачивание промежуточного продукта. В случае приготовления биодобавок доминирующим является перемешивание, а вспомогательными – подогрев и перекачивание.

Важной задачей, которая вызывает заинтересованность со стороны науки и практического применения ТГА, является прогнозирование необходимого перераспределения между процессами, которые происходят в машине. Интересным является обоснованная управляемость процессами, природа которых полностью не изучена. Ответ на этот вопрос возможно получить путем представления физики каждого из процессов, объяснение их прохождения, а также исследование их взаимного влияния. Хотя бы частичное решение этого вопроса дает возможность более широкого применения ТГА.

На сегодняшний день состояние исследования теплогенерирующих агрегатов можно представить как теоретическими разработками, так и практически действующими машинами, которые были созданы на

кафедре прикладной гидроаэромеханики Сумского государственного университета.

Базовым вариантом при создании многофункциональных агрегатов типа ТГА является агрегат ТГА-2 для реализации технологий кормоприготовления в животноводстве [3, 4]. На сегодняшний день указанные агрегаты используются на ряде сельскохозяйственных предприятий для получения соевой суспензии (молока), жидких кормовых смесей или подогрева воды. Несмотря на необходимость протекания в агрегате таких процессов, как измельчение зерновых культур, перемешивание рабочей среды, основным процессом является процесс нагрева [6, 7].

Проточная часть многофункционального ТГА [3] (рис. 1) выполнена из нержавеющей стали, состоит из рабочего колеса 2 с плоскими радиальными лопастями, которое вращается между статорными лопатками 3. Для предотвращения утечек рабочей жидкости предусмотрено сальниковое уплотнение 4 из материалов на основе терморасширенного графита.

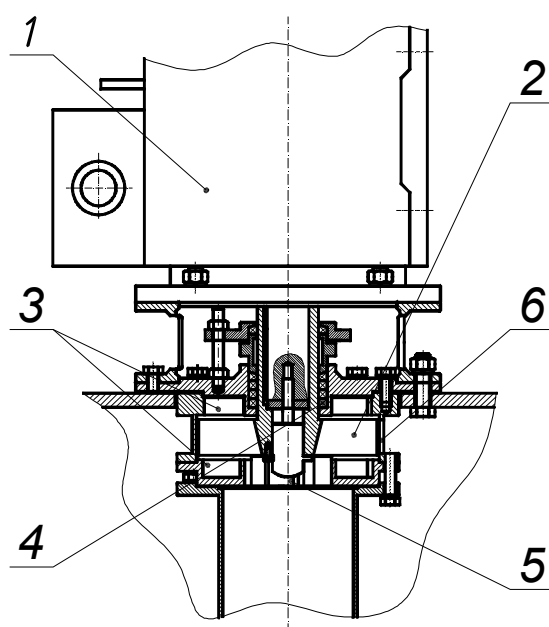


Рисунок 1 - Проточная часть многофункционального ТГА для кормоприготовления

Принцип работы ТГА заключается в следующем [3, 4]: жидкость поступает в проточную часть агрегата через окно 5, где происходит её разгон лопастями рабочего колеса 2 со следующим торможением на статорных лопатках. Путем образования вихревых структур происходит преобразование механической энергии в тепловую. На выходе из рабочего колеса за счет центробежных сил жидкость выбрасывается через тангенциальные окна 6, что обеспечивает насосный эффект проточной части.

Ещё одним, довольно перспективным и многообещающим направлением является применение многофункциональных теплогенерирующих агрегатов для нужд спиртового производства [1, 2].

На сегодняшний день подавляющее большинство отечественных спиртовых заводов работает по технологии старого образца [8, 9]. Теоретические разработки в спиртовой области указывают на то, что

качественные показатели спирта, а также энергозатраты на его производство в значительной мере зависят от качества проведения именно стадии измельчения зерна. Для качественного сухого измельчения необходимо выдержать ряд требований к сырью. Одним из основных параметров сырья является его влажность, которая не должна превышать нормативных величин. Фактически же зерно перед непосредственной загрузкой на измельчение имеет влажность, которая превышает максимально допустимые значения влажности. Это приводит к ухудшению сухого измельчения, которое применяется на спиртовых заводах [8, 9]. Вследствие этого значительный объем сырья имеет не качественное измельчение, поэтому не обеспечиваются необходимые характеристики промежуточного продукта. Последнее, в свою очередь, отрицательно влияет на дальнейшие процессы в технологии производства спирта и в конечном итоге приводит к значительному снижению как количественных, так и качественных показателей.

Следует отметить, что существующая технологическая схема предусматривает отдельный подход к каждой стадии производства, используя для этого узкофункциональные машины и установки. Этим усложняется технологический процесс и повышается его энергоемкость.

На сегодняшний день спиртовое производство Украины имеет потребность в оборудовании для гидропомолы зерна с целью получения промежуточного продукта – подваренного зернового замеса. Кроме этого, введение в технологическую линию производства спирта машины, которая обеспечивает гидропомол, приведет к снижению энергозатрат на производство спирта с одновременным повышением его количественных и качественных показателей, к снятию из эксплуатации ряда однофункциональных машин [2].

Конструктивная схема машины для реализации вышеуказанного процесса представлена на рис. 2.

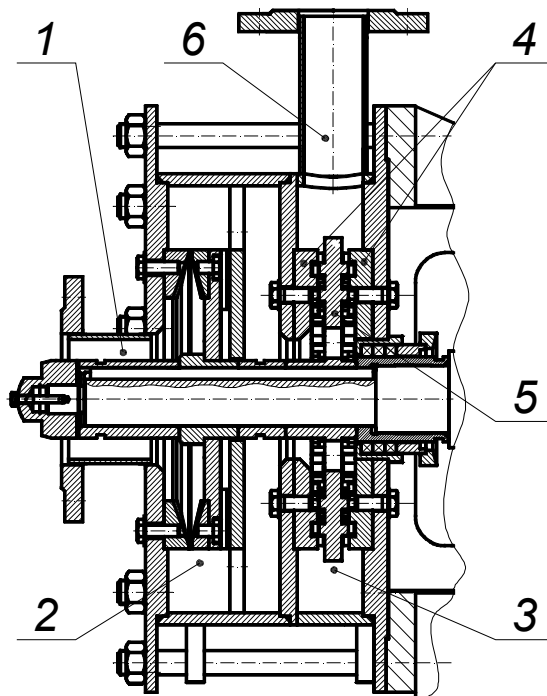


Рисунок 2 - Проточная часть многофункционального ТГА для производства спирта

Процесс измельчения происходит следующим образом [2]. Зерновой замес (гидромодуль: вода/зерно - 3/1) через осевой вход 1 попадает в проточную часть машины. После предыдущего измельчения в первой ступени 2 рабочая среда переходит во вторую ступень 3, где за счёт прохождения через статорные 4 и роторные 5 зубцы происходят тонкое измельчение, подогрев, перекачивание замеса, который потом выходит с ТГА через кольцевой отвод 6.

Указанные многофункциональные ТГА в отличие от предыдущих нуждаются в интенсификации процессов измельчения и перекачивания.

Для экспериментального исследования агрегата изготавливаются опытный образец и испытательный стенд для определения энергетической характеристики ТГА и качественных показателей замеса.

Функциональные возможности ТГА позволяют применить машину еще в одном направлении. Проработана возможность использования многофункционального ТГА в технологии приготовления биодобавок, которые представляют собой водный раствор солей (оксид цинка, меди и т.д) и аминокислоты. Технология приготовления этих биодобавок предусматривает полное растворение кристаллов составных компонентов раствора в воде. Специфика приготовления такой гидросмеси заключается прежде всего в обеспечении интенсивного перемешивания смеси при определенной температуре, что позволяет интенсифицировать процесс растворения составных компонентов смеси. Особенность ТГА-гомогенизатора состоит в перераспределении удельных энергозатрат в пользу процесса смешивания. Вспомогательными функциями для этого процесса будут перекачивание и подогрев смеси.

Следует отметить, что на многофункциональном ТГА для кормоприготовления в животноводстве было проведено приготовление данных биодобавок с последующим анализом в микробиологической лаборатории ТОВ «Биохем». Результаты показали, что полученный раствор отвечает необходимым требованиям.

На основании предварительных испытаний была проведена работа по созданию опытного образца ТГА-гомогенизатора, в котором основным процессом является перемешивание и вспомогательными - перекачивание и подогрев. На рис. 3 показана конструктивная схема машины.

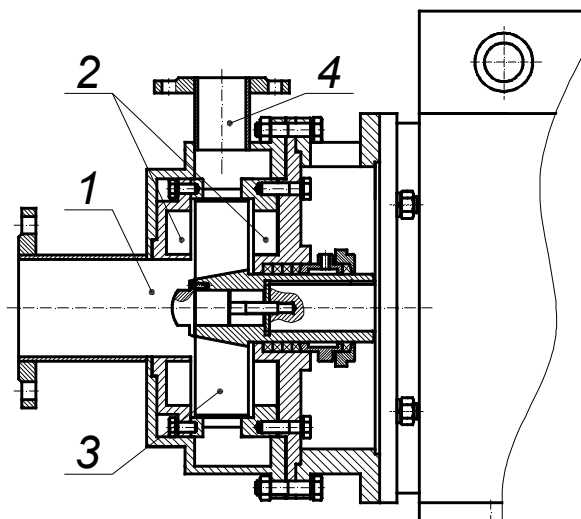


Рисунок 3 - Проточная часть многофункционального ТГА для приготовления биодобавок

Процесс приготовления продукта происходит следующим образом. Вода с добавленными в неё составными компонентами – оксида цинка и аминокислоты – в заданных пропорциях подаются через осевой вход 1 в проточную часть машины. В проточной части ТГА происходит интенсивное перемешивание рабочей среды путем прохождения её через систему статорных 2 и роторного 3 элементов. Процесс перемешивания происходит за счёт образования в проточной системе машины крупномасштабных вихревых структур. После этого гидросмесь выходит через кольцевой отвод 4. Для повышения насосного эффекта конструктивно предусмотрен выход рабочего колеса за границы статорной системы.

Машина работает в режиме рециркуляции (рис. 4) через ёмкость Б заданного объема. Таким образом, рабочая среда проходит через машину несколько раз при закрытом кране К2 и открытом – К1. Это в значительной мере разрешает интенсифицировать процесс перемешивания продукта, доводя его до нужного состояния. Полностью готовый продукт выкачивается машиной ТГА с ёмкости Б при закрытом кране К1 и открытом кране К2.

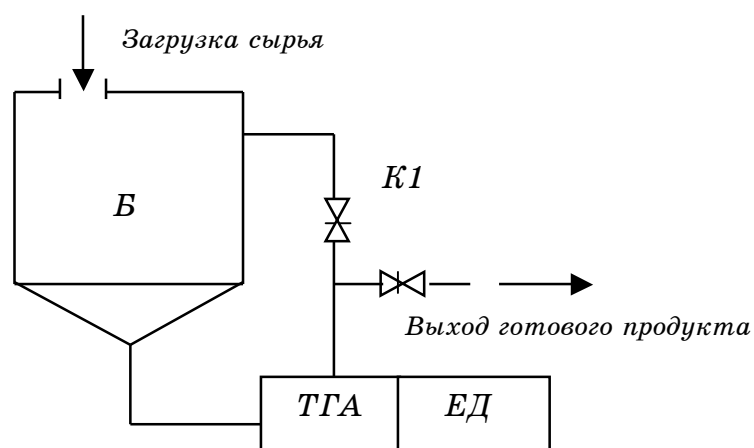


Рисунок 4 – Схема установки для приготовления биодобавок



Рисунок 5 – Внешний вид установки для приготовления биодобавок

Приготовление пищевых добавок предъявляет дополнительные требования к материалу, из которого будет изготовлена проточная часть ТГА.

Производство многих продуктов в условиях рыночной экономики требует максимального удешевления продукции без снижения её качества. В указанном контексте наиболее приоритетным направлением является поиск путей по ресурсо- и энергосбережению. Одним из таких направлений является замена существующего оборудования на новое, которое является менее энергоёмким, а также поиск новых, более рациональных технологий производства.

Многофункциональный теплогенерирующий агрегат представляет собой машину с широкой сферой применения. Это объясняется прежде всего многофункциональностью машины, т.е. способностью ТГА комбинировать в себе несколько процессов. Кроме того, удельное значение каждого из процессов также возможно изменять, в зависимости от задач, которые ставятся перед ТГА, и именно: многофункциональный агрегат даёт возможность существенно снизить энергозатраты производства продукции за счёт снятия с технологических линий узкофункциональных машин и установок, которые во многих случаях существенно усложняют и удорожают процесс приготовления многих видов продукции.

Исходя из этого имеет целесообразность дальнейшее исследование рабочего процесса многофункциональных теплогенерирующих агрегатов.

SUMMARY

CONDITIONS OF INVESTIGATION AND REALIZATION OF HEAT GENERATING UNITS

*A.A. Yevtushenko, S.F. Kovalyov, M.S. Ovcharenko, A.A. Papchenko
Sumy State University, Sumy*

In the article the economic feasibility of use of introduction multifunctional generating the unit are proved. Certain priorities of use of the specified equipment are given. Necessity of specific redistribution of energy between processes in units is proved: crushing, hashing, heating, pumping, etc. Constructive schemes of units for those or other spheres of use are presented.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ковальов С.Ф., Папченко А.А. Багатофункціональні теплогенеруючі агрегати та їх використання для перспективних технологій спиртової промисловості // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля. Науковий журнал. – 2007. – № 3 (109), Ч.1 – С. 124 – 128
2. Євтушенко А.О., Ковальов С.Ф., Папченко А.А. Теплогенеруючі агрегати – подальші шляхи їх розвитку та удосконалення // Проблеми машиностроєння. – 2007. – Т. 10. – С. 48 – 52.
3. Волков Н.И., Папченко А.А. Многофункциональный теплогенерирующий агрегат и его использование для приготовления кормовых смесей на сельскохозяйственных предприятиях // Промислова гідраліка і пневматика. – 2004. – №1(3). – С. 99-102.
4. Папченко А.А. Использование теплогенерирующего агрегата в технологических процессах животноводства / Сб. научн. тр. Международной научно-технической конференции «Совершенствование турбоустановок методами математического и физического моделирования». – Харьков: ИПМаш НАН Украины, 2003. – С. 611-613.
5. Волков Н.И., Папченко А.А. Возможность повышения производительности многофункционального теплогенерирующего агрегата // Материалы научно-технической конференции преподавателей, сотрудников, аспирантов и студентов. – Сумы, 2004. – С. 154 – 155.
6. Волков М.І., Папченко А.А. Сфери використання теплогенеруючих агрегатів // Материалы научно-технической конференции преподавателей, сотрудников, аспирантов и студентов. – Сумы, 2005.
7. Волков Н.И., Каплун И.П., Папченко А.А. Новая техника для перспективных технологий // Насосы & оборудование. – 2004. – №3 – 4. – С. 34 – 36.
8. Технология спирта / [В.А. Маринченко, В.А. Смирнов, Б.А. Устинников и др: Под ред. В.А. Смирнова]. – М.: Лёгкая и пищевая пром-сть, 1984. – 416 с.

9. Технология спирта и спиртпродуктов /В.В. Ильинич, Б.А. Устинников, И.И. Бурачевский, С.И. Громов / Под ред. В.В. Ильинич. – М.: Агропромиздат, 1987. – 383 с.: ил. – (Учебники и учебные пособия для учащихся техникумов).

Евтушенко А.А., кандидат техн. наук,
доцент;

Ковалёв С.Ф., аспирант;

Овчаренко М.С., аспирант;

Папченко А.А., кандидат техн. наук, доцент

Поступила в редакцию 12 декабря 2008 г.