

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ СВОБОДНОВИХРЕВОГО НАСОСА ДЛЯ СВЕКЛОВОДЯНОЙ СМЕСИ

*А. С. Мандрыка, канд. техн. наук, доцент,
Сумский государственный университет, г. Сумы*

Приводятся результаты промышленных испытаний опытного образца свободновихревого насоса, работающего на свекловодяной смеси. Анализируются экспериментальные данные о степени повреждения (дробления) транспортируемой сахарной свеклы, о влиянии на этот показатель элементов проточной части. На основании анализа экспериментального материала делается вывод об экономической нецелесообразности использования насосов свободновихревого типа для гидротранспорта такого продукта.

Ключевые слова: свободновихревой насос, рабочее колесо, свекловодяная смесь, экономическая нецелесообразность.

ВВЕДЕНИЕ

Для гидравлического транспорта различных твердых материалов в настоящее время преимущественно используются центробежные лопастные насосы. В этих насосах весь поток гидросмеси проходит через лопастное колесо – основной источник повреждений транспортируемого материала, продукта.

В отличие от центробежных свободновихревые насосы (СВН) обладают одной уникальной особенностью – они имеют перед рабочим колесом большую свободную камеру [1, 2, 3]. При работе СВН лопасти рабочего колеса раскручивают массу гидросмеси, находящуюся в этой камере, образуя так называемый свободный вихрь. Попадая в зону действия вихря, часть транспортируемого материала получает вращательное движение с постепенно нарастающим радиусом и выходит в напорный патрубок (минуя рабочее колесо), а другая часть материала проходит к рабочему колесу.

Таким образом, рабочее колесо свободновихревого насоса контактирует не со всем транспортируемым продуктом, а лишь с его частью. Именно эта особенность рабочего процесса СВН привлекает внимание специалистов, занимающихся проблемами максимальной сохранности транспортируемых материалов, продуктов.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Исходя из вышеизложенного, нами была предпринята попытка использовать СВН для гидравлического транспорта сахарной свеклы в технологической линии свеклосахарных производств. С этой целью на кафедре прикладной гидроаэромеханики Сумского государственного университета был разработан опытный образец СВН на параметры: подача $Q=900$ м³/ч, напор $H=20$ м, частота вращения ротора $n=450$ об/мин, перекачиваемая среда – свекловодяная смесь с содержанием свеклы к воде – 1:7.

Насос выполнен по классической схеме «Туро» с полуоткрытым рабочим колесом, утопленным в нише корпуса. Подвод – осевой, отвод кольцевого типа с тангенциальным выходным патрубком. Гидравлические проточные каналы заведомо были увеличены на ~20 % (для прохождения корней свеклы) в сравнении с СВН обычного исполнения. В результате опытный СВН имел следующие основные размеры: диаметр рабочего колеса $D_2=0,9$ м, диаметр свободной камеры (кольцевого отвода) $D_3=1,2$ м, ширина свободной камеры $b_3=0,4$ м,

диаметры входного, выходного патрубков соответственно: $D_{вх}=0,5$ м, $D_{вых}=0,35$ м.

Для испытаний в составе СВН были разработаны два рабочих колеса - № 1 и № 2. Рабочее колесо № 1 имело 12 плоских радиальных лопаток, равномерно расположенных по окружности. Рабочее колесо № 2 имело такое же количество равномерно расположенных лопаток, однако иного профиля – в виде треугольника со скругленной вершиной и переменной по радиусу шириной у основания [4]. Для уравнивания гидравлической осевой силы, действующей на ротор, оба рабочих колеса на тыльной стороне были снабжены лопатками импеллера.

В целях минимизации повреждений сахарной свеклы конструкцией СВН предусматривалось защитное устройство (в виде неподвижной решетки либо вращающегося диска), которое располагалось перед р.к. на расстоянии l от его лопаток (рис. 1, 2).

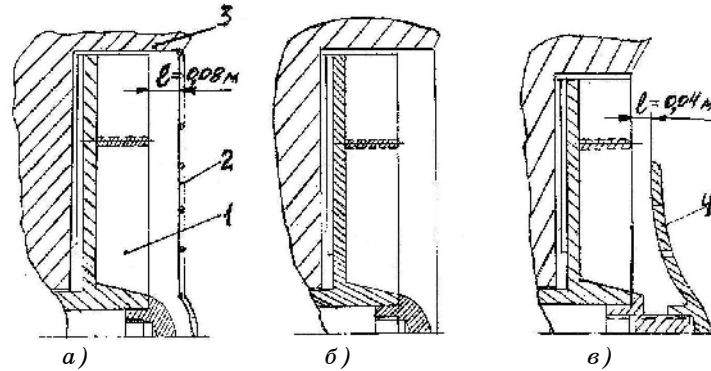


Рисунок 1 – Элементы проточной части испытанных вариантов СВН:
1 – рабочее колесо; 2 – неподвижная защитная решетка;
3 – корпус насоса; 4 – вращающийся защитный диск

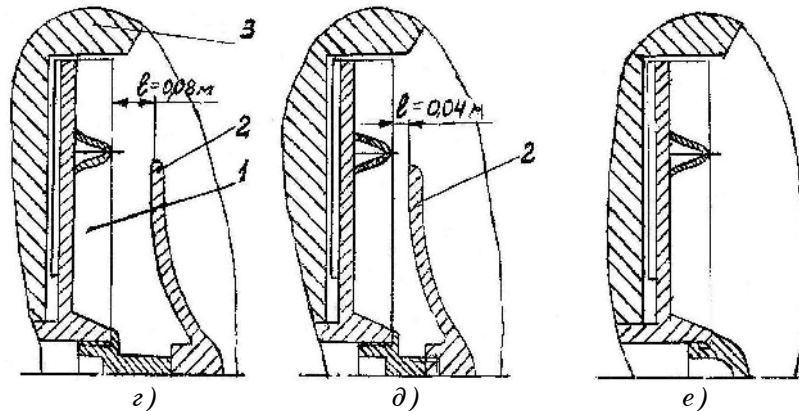


Рисунок 2 – Элементы проточной части испытанных вариантов СВН:
1 – рабочее колесо; 2 – вращающийся защитный диск; 3 – корпус насоса

Вращающийся защитный диск имел форму обтекателя со специально выполненными отверстиями-щелями для подтока жидкости к рабочему колесу [5]. Диаметр защитного диска $D_{\partial}=0,61$ м. Диск жестко крепился на роторе колеса и вращался синхронно с р.к.

Испытаниям подвергалось несколько модификаций (вариантов) СВН. Варианты отличались между собой рабочим колесом и защитным устройством (см. рис. 1, 2). Так, варианту А отвечало рабочее колесо № 1

и неподвижный решетчато-кольцевой сепаратор, расположенный на расстоянии $l=0,04$ м от лопаток рабочего колеса (см. рис. 1 а). Вариант Б представлял собой СВН с рабочим колесом № 1 (см. рис. 1 б). Вариант В образован из вар. Б с добавлением вращающегося защитного диска (см. рис. 1 в).

Вариантам Г и Д отвечало одно и то же рабочее колесо № 2 и вращающийся защитный диск, который в первом случае располагался на расстоянии $l=0,08$ м от рабочего колеса, а во втором – на расстоянии $l=0,04$ м (см. рис. 2 г, д). Варианту Е отвечало рабочее колесо № 2 (см. рис. 2 е).

Испытания проводились на Низовском, Степановском сахарных заводах Сумской обл. и П Олымском сахзаводе (Курская обл., Россия). Задачей испытаний было: проверка работоспособности СВН в промышленных условиях, определение степени повреждения сахарной свеклы при прохождении через насос.

Для испытаний СВН был установлен в технологической линии подачи свеклы от гидравлических транспортеров в моечное отделение сахзаводов. Привод насоса осуществлялся от электродвигателя посредством клиноременной передачи.

За весь период испытаний СВН проработал в общей сложности около 700 часов. Испытания подтвердили работоспособность насоса в течение 120-ти часов непрерывной работы на расчетных параметрах.

Повреждение свеклы определялось согласно методике [7]. Для этого в поток перед испытуемым насосом вбрасывали меченные свекловичные корни (примерно 120–130 штук), которые затем вылавливали после насоса. До вбрасывания каждый корень взвешивали на весах, регистрировали его массу и присваивали определенный номер. Выловленные меченные корни снова взвешивали, регистрировали их массу.

По разности масс свекловичных корней до и после насоса подсчитывали коэффициент дробления свеклы [7]

$$K_{др.} = \frac{\sum_{i=1}^n M_i - \sum_{i=1}^n m_i}{\sum_{i=1}^n M_i} \cdot 100\% \quad (1)$$

где: M_i – масса i -го меченного корня до вбрасывания в поток перед насосом;

m_i – масса i -го меченного корня, выловленного после насоса;

n – количество меченных корней.

Эксперимент повторяли три раза. Каждый раз брали новую партию корней. При этом СВН работал в расчетном режиме или близком к расчетному.

Результаты подсчетов коэффициента повреждения свеклы $K_{др.}$ приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Значение коэффициента повреждения свеклы

Испытанные варианты СВН	вар. А	вар. Б	вар. В	вар. Г	вар. Д	вар. Е
Значение $K_{др.}$, %	16,3	7,72	6,65	5,85	5,89	6,10

Как показывают данные таблицы 1, худшим с точки зрения повреждений свеклы оказался вар. А, у которого $K_{др}$ наибольший. Такой результат был несколько неожиданным, поскольку защитная решетка призвана была обеспечить большую сохранность транспортируемого продукта, нежели это имело бы место без нее. На самом деле наблюдалось обратное. В этом легко убедиться, сравнивая вар. А (с защитной решеткой) и вар. Б, у которого отсутствовала защитная решетка. Как видно из таблицы 1, в первом случае коэффициент дробления свеклы намного больше (16,3 % против 7,72 %).

Последнее можно объяснить следующим. Свекловичные корни, совершающие быстрое вращательное движение в свободной камере насоса, в основном претерпевали повреждение при столкновении с неподвижной защитной решеткой. Не исключаются также повреждения, вызванные столкновениями корней между собой.

Результаты испытаний позволяют оценить влияние формы лопаток р.к. на дробление свекловичных корней. Из сопоставления численных значений коэффициента $K_{др}$ для вариантов Б и Е легко видеть (см. табл. 1), что форма профиля лопаток в виде треугольника (вар. Е) в этом отношении более предпочтительна, т. к. ей соответствует $K_{др}=6,1$ %, который значительно меньше $K_{др}=7,72$ % (вар. Б; лопатка р.к. – плоская пластина).

О влиянии вращающегося защитного диска на степень повреждения свеклы можно судить по величинам коэффициента дробления $K_{др}$ (см. табл. 1) вариантов Б и В, где использовалось рабочее колесо № 1, а также вариантов Г, Д, с одной стороны, и вариант Е – с другой. Напомним, что в трех последних вариантах использовалось рабочее колесо № 2. Как свидетельствуют данные таблицы 1, установка защитного диска перед р.к. свободновихревого насоса благотворно влияет на сохранность транспортируемой свеклы, т. к. $K_{др}$ уменьшается.

Причем в случае вариантов СВН с рабочим колесом № 1 это влияние более сильно ($K_{др}$ уменьшается от 7,72 до 6,65 %). В случае вариантов с рабочим колесом № 2 оно слабее: $K_{др}$ уменьшился от значения 6,1 до 5,85 % (вар. Г) и 5,89 % (вар. Д).

В процессе промышленных испытаний СВН исследовалось влияние расположения защитного диска относительно рабочего колеса на дробление свеклы. С этой целью были испытаны варианты Г и Д, у которых осевое расстояние l между рабочим колесом и вращающимся диском было различно. Как и ожидалось, изменение l от 0,08 до 0,04 м несущественно отразилось на коэффициенте $K_{др}$. Величина его изменилась несущественно: от 5,85 до 5,89 %, что находилось в пределах точности эксперимента.

В целом достигнутая величина коэффициента $K_{др}$ не может быть признана удовлетворительной, т.к. ведет к значительным потерям сахара в производстве. Полученные экспериментальные данные по дроблению свеклы позволяют усомниться в экономической целесообразности использования насосов свободновихревого типа для гидротранспорта такого продукта.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приведены результаты эксплуатационных промышленных исследований свободновихревого насоса, работающего на свекловодной смеси. Анализируются экспериментальные данные о степени повреждения транспортируемой сахарной свеклы при прохождении через насос, о влиянии на этот показатель элементов проточной части СВН. На основании анализа экспериментального материала можно сделать вывод об экономической нецелесообразности использовать насосы свободновихревого типа для гидравлического транспорта такого продукта.

RESULTS OF THE INDUSTRIAL TESTS OF VORTEX PUMP FOR BEET AND WATER MIXTURE

*A. S. Mandryka,,
Sumy State University, Sumy*

The results of industrial tests of the prototype of the vortex pump, operating on a beet and water mixture are expounded. Experimental data of the damage rate (crushing) of the transported sugar beets and the influence of the flowing part on this indicator are analyzed. Based on the analysis of the experimental data the conclusion of the economic inexpediency of vortex pump's use for hydraulic transportation of this kind of product was drawn.

Key words: *vortex pump, beet and water mixture, flowing part, economic inexpediency.*

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Скивли Г. П. Теоретическое и экспериментальное исследование вихревого насоса / Г. П. Скивли, Я. Л. Дюссор // Труды АОИМ, Серия Д. – 1970. - № 4.
2. Грабов Г. Исследования насосов свободного потока // Pumpen und Verdichter, Internationale Symposium. - Leipzig, 1970.
3. Рючи К. Принцип действия насосов свободного потока / К. Рючи // Schweizerische Bauzeitung. – Zürich, 1968. -Vol. 86, No. 32.
4. А. с. № 1435846, СССР, кл. F 04 D 29/18. Рабочее колесо свободновихревого насоса, 1988.
5. А. с. № 1551824, СССР, кл. F 04D7/04. Свободновихревой насос, 1989.
6. Ковалев И. А. Анализ конструктивных схем свободновихревых насосов для гидротранспорта крупных легкоповреждаемых продуктов / И. А. Ковалев, А. С. Мандрыка, С. В. Сапожников // Вісник Сумського державного університету. Серія Технічні науки. – 2011. - № 4. – С. 34-41.
7. А. с. № 1209099, СССР, М. кл. 4 А01В, 7/00. Способ определения потерь корнеплодов от механических повреждений.

Поступила в редакцию 27 апреля 2012 г.