

УДК 628.316

## РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ВЫБОРА ТЕХНОЛОГИЙ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ СПИРТОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ КАК ИНСТРУМЕНТА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА

© 2014 Р.Я. Дыганова, Ю.С. Беляева

Казанский государственный энергетический университет

Поступила в редакцию 13.01.2014

В рамках оценки жизненного цикла продукции рассмотрены стадии образования и обработки отходов спиртовой промышленности. Предложена методика, состоящая из трех этапов, по выбору технологии переработки спиртовой барды. Представлена классификация биогазовых установок по пяти признакам. Приведены расчеты экономических и энергетических параметров биогазовой установки для спиртового завода.

*Ключевые слова:* энергоэффективность, спиртовая промышленность, отход, биогазовая установка, осадок сточных вод, методика выбора.

Одним из наиболее распространенных инструментов экологического менеджмента является метод оценки жизненного цикла (ОЖЦ) предназначенный для выявления возможностей улучшения экологических аспектов производства в различных отраслях промышленности.

Оценка жизненного цикла продукции согласно ГОСТ Р ИСО 14040-2010 определяется как сбор информации, сопоставление и оценка входных потоков, выходных потоков, а также возможных воздействий на окружающую среду на всем протяжении жизненного цикла продукции. Одним из основополагающих принципов ОЖЦ продукции является акцентирование внимания на окружающей среде: ОЖЦ рассматривает аспекты окружающей среды и воздействия, оказываемые производственной системой. Все стадии ОЖЦ продукции спиртового завода взаимосвязаны и, по мнению авторов, будут выглядеть следующим образом (рис. 1).

Неотъемлемой частью любой производственной системы для ОЖЦ является образование и обработка отхода [1-6, 9-11]. Именно в спиртовой промышленности одной из наиболее острых и актуальных экологических проблем является непрерывное образование большого количества отхода - спиртовой барды, который образуется на стадии ректификации сброженного сусла. При производстве одной тонны спирта образуется 12 тонн спиртовой барды, так для спиртового завода мощностью 3000 дал/сутки, за год образуется 42 млрд. тонн данного отхода соответственно [7]. Согласно Федеральному закону № 102-ФЗ от

21.07.2005 г. "О внесении изменений в Федеральный закон "О государственном регулировании производства и оборота этилового спирта, алкогольной и спиртосодержащей продукции", предусматривается полная переработка или утилизация спиртовой барды.

Существует концепция *BAT (Best Available Techniques)* – лучшие имеющиеся технические средства), которая подразумевает выбор и использование лучших технологических средств, для предотвращения загрязнений или их минимизации и концепции «индустриального метаболизма» когда отходы одного производства являются сырьем для других производственных процессов. На этой концепции базируется предлагаемая нами методика выбора технологии переработки спиртовой барды. Методика предусматривает три этапа:

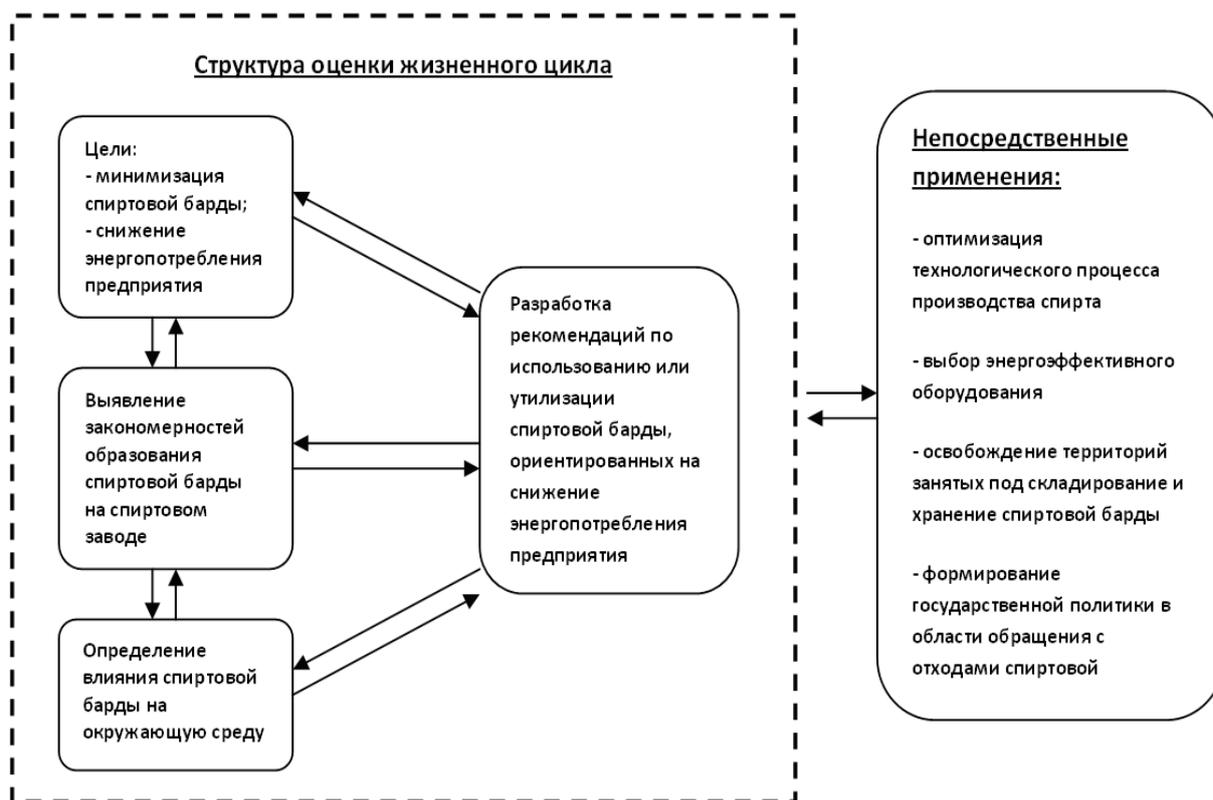
- 1) обзор и сравнение технологий по переработке спиртовой барды;
- 2) определение опций технологии анаэробного сбраживания спиртовой барды;
- 3) определение технических характеристик биогазовой установки.

На первом этапе проводится обзор существующих технологий по переработке спиртовой барды. Барда является основным отходом производства этилового спирта. Образование барды происходит на стадии ректификации, представляет собой жидкость (суспензия) светло-коричневого цвета с содержанием сухих веществ – 7-9%. Зерновая спиртовая барда богата клетчаткой, углеводами, белками и микроэлементами.

Все предлагаемые технологии переработки барды условно разделяют на несколько типов схем [9]:

1. С использованием биотехнологических операций:

Дыганова Роза Яхиевна доктор биологических наук профессор, заведующая кафедрой инженерной экологии и энергосбережения. E-mail: Dyganova.roza@yandex.ru  
Беляева Юлия Сергеевна, аспирант кафедры инженерной экологии и энергосбережения. E-mail: y\_medvedeva87@mail.ru



**Рис. 1.** Стадии ОЖЦ продукции спиртового завода

- схемы с получением кормовых дрожжей;
  - схемы с получением биогаза в метантенках.
2. Основанных только на физических методах:
- схемы с выпарными станциями и сушкой для получения сухой барды;
  - схемы с физико-химическим осаждением;
  - схемы с сепарированием и фильтрацией.

На практике, для переработки спиртовой барды, в основном предпочтение отдается производству сухих кормовых дрожжей, либо высушиванию барды с использованием комбинированных схем, реже барду используют для получения биогаза.

В России построен ряд заводов по выпуску сухих кормовых дрожжей, работающих на послеспиртовой барде (ГУП «Береговской спиртзавод», ООО «Мариинский спиртзавод», «ОАО «Татспиртпром» филиал «Мамадышский спиртзавод» и др.) Сухие кормовые дрожжи пользуются спросом и, как следствие, рынок сбыта хорошо сформирован. Все подобные предприятия используют оборудование, требующее расхода огромных энергетических ресурсов и серьезных эксплуатационных расходов. Теплоэнергетические затраты на производство 1 т сухих кормовых дрожжей в 6–7 раз превышают затраты при производстве сухой барды, большая их часть (70 %) приходится на «распылительную сушилку». Потребление природной воды для производства 1 т сухих дрожжей — более 100000 литров воды и более 10 т пара [9]. На рис. 2 представлена обоб-

щенная схема производства сухих кормовых дрожжей с указанием основных этапов переработки. После выращивания дрожжей следует стадия разделения твердой фазы (кек) и жидкой (фугат). Следующим этапом идет наиболее энергоемкий процесс - сушка твердой фазы. Жидкую фазу на разных предприятиях могут перерабатывать по-разному: частично возвращают в производство, направляют на очистные сооружения, выпаривают. Существенное снижение стоимости оборудования с одновременным снижением эксплуатационных затрат при переработке послеспиртовой барды можно получить, если применить вместо выпаривания технологию аэробной микробиологической переработки жидкой фазы с получением концентрированных кормовых дрожжей.

Технология переработки барды на биогаз основана на анаэробном брожении (брожении без доступа кислорода) (рис. 3). Барда подается в специальные емкости, в которые вводятся анаэробные бактерии. Бактерии, поедая содержащиеся в барде питательные вещества, вырабатывают биогаз. Биогаз может использоваться для производства электроэнергии или тепловой энергии путем сжигания в заводских котельных, а выпадающий осадок может быть использован в качестве высококачественного удобрения. Достоинством данного метода переработки являются относительно низкие эксплуатационные затраты и простота эксплуатации (для обслуживания установки требуются не более 2-х человек).

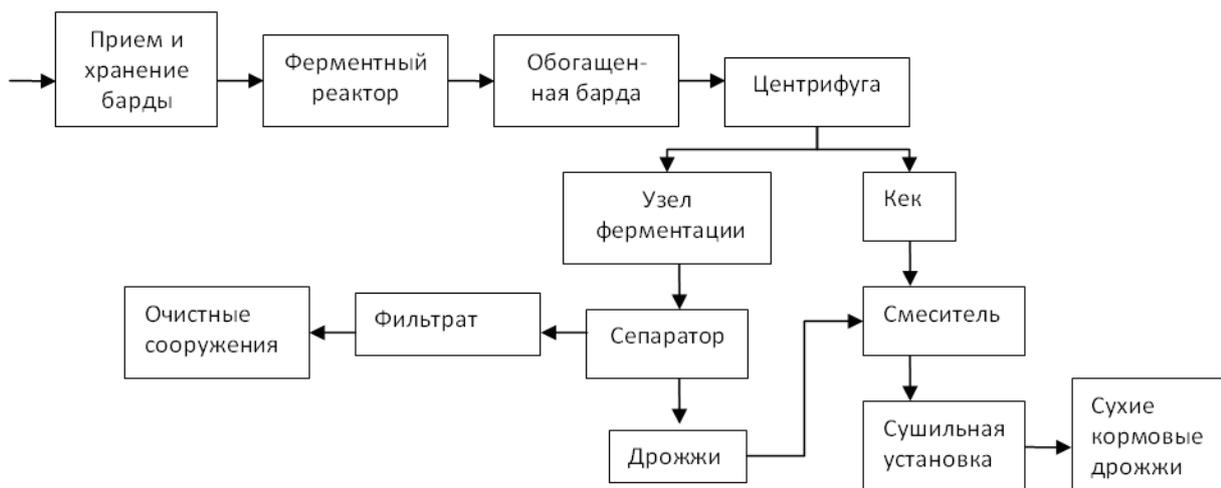


Рис. 2. Схема с получением кормовых дрожжей из спиртовой барды

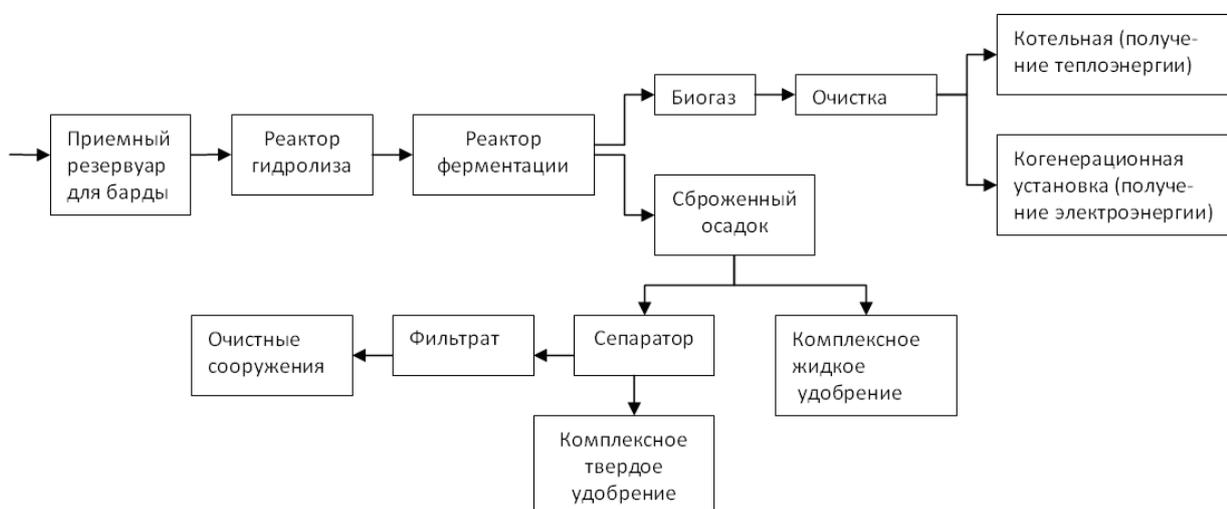


Рис. 3. Схема с получением биогаза из спиртовой барды

Технология «упаривания фугата» в выпарных станциях самая распространенная (рис. 4). Цельная барда (после стадии ректификации) разделяется на твердую и жидкую фазу, после чего твердая фаза высушивается. Привлекательная простота технического оформления сопровождается рядом проблем: стоимость выпарных станций и вспомогательного оборудования достаточно высока, процесс выпарки требует значительных энергетических затрат, а утилизация получаемого конденсата становится отдельной задачей, решение которой внутри технологии DDGS не заложено. На 1 тонну сухой барды может расходоваться от 80 кВтч электроэнергии. На ряде спиртовых заводов ФГУП «Росспиртпром» реализован усеченный цикл переработки барды в продукт DDG. В этом случае перерабатывается только твердая фаза барды - кек, а фугат сливается. В России полный цикл переработки барды в DDGS реализован только на одном спиртовом заводе (ОАО «Татспиртпром» филиал «Буинский спиртзавод»).

Технологическая схема переработки спиртовой барды с сепарированием и фильтрацией (рис.

5) заключается в следующем: послеспиртовая зерновая барда из бардохранилища подается поршневым насосом по трубопроводу в сепаратор, установленный на прессе барды, где разделяется на две фазы: фугат – с низким содержанием твердых веществ, влажный концентрат – обогащенный по твердому веществу. После сепаратора влажный концентрат поступает в пресс, где происходит дальнейшее отделение влаги. После пресса барда подается в инфракрасную сушильную установку, в которой продукт обезвоживается до 7 - 10 % остаточной влажности. Далее высушенная барда поступает на пресс-гранулятор, где получается конечный продукт – гранулы. В технологии предусмотрено получение вместо гранулы кормовой муки, при этом сухая барда пропускается через мельничные установки. Готовая продукция фасуется и упаковывается в тару, удовлетворяющую требованиям потребителя.

При сравнении выше описанных технологий наиболее оптимальным вариантом, с точки зрения энергоэффективности и ресурсопотребления, по нашему мнению является производство

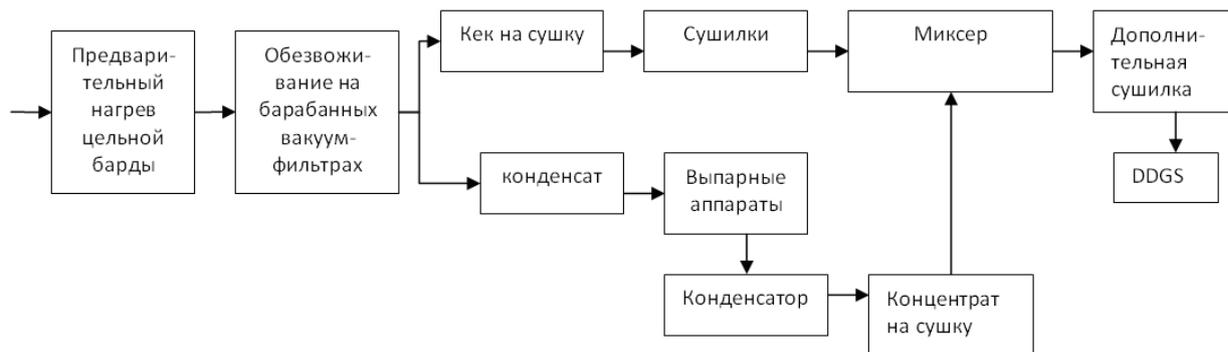


Рис. 4. Схема переработки спиртовой барды с использованием выпарных станций

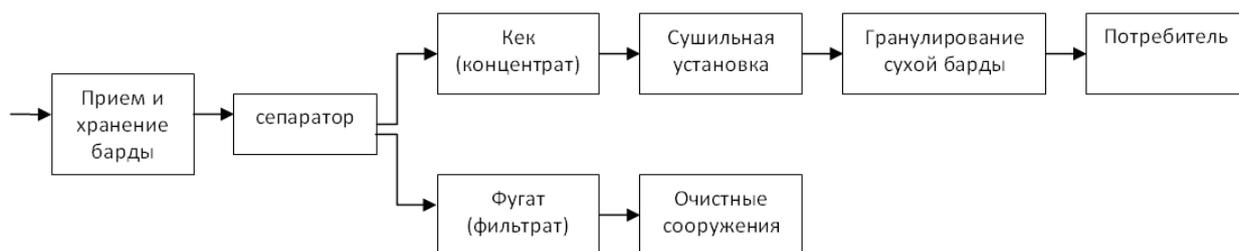


Рис. 5. Схема переработки спиртовой барды с сепарированием и сушкой

биогаза. Этот тип переработки спиртовой барды также соответствует производственным аспектам национального стандарта ГОСТ Р 52104-2003 «Ресурсосбережение», в котором упоминается:

1. Производство продукции должно выполняться с рациональным использованием и экономным расходованием всех видов ресурсов (вещества, энергии), при безопасном воздействии на человека и окружающую среду.

2. Вопросы устойчивого развития регионов и страны в целом решаются сокращением потребления вещества и энергии, внедрением высоких технологий, экологическим управлением, социальным регулированием.

В настоящее время на ряде спиртзаводов Республики Татарстан проблема переработки послеспиртовой барды решается, путем производства сухих кормовых дрожжей или сушкой и гранулированием барды. При наличии крупномасштабного биотехнологического производства возникает проблема большого потребления природной воды. На примере спиртзавода мощностью 3000 дал/сут можно оценить объемы годового водопотребления на технологические нужды при переработке барды. Учитывая объемы производства сухих кормовых дрожжей 4134,955 т/год, суммарное потребление воды составит 413495500 л/год [8].

Производственные сточные воды содержат значительные количества растворенных, коллоидных и взвешенных органических загрязнений. На спиртзаводах производственные сточные воды образуются:

- при выработке спирта (от мойки и стерилизации бродильных чанов и дрожжанок, при рек-

тификации спирта, мойке и стерилизации технологического оборудования затворного отделения);

- при производстве сухих кормовых дрожжей из отходов спиртового производства.

Решением проблемы образования сточных вод и дополнительного водопотребления при производстве сухих кормовых дрожжей может стать замена существующего способа переработки спиртовой барды на технологию с применением биогазового оборудования. Переработка барды путем анаэробного сбраживания в биореакторе предполагает получение на выходе биогаза и сброженной барды, являющейся высокоэффективным комплексным удобрением, не нуждающимся в дальнейшей обработке.

Дооснащение предприятий отрасли биогазовыми установками может способствовать решению ряда проблем:

- сокращение объемов водопотребления предприятия;
- сокращение объемов производственных сточных вод;
- повышение стабильности энергоснабжения;
- получение дополнительных источников дохода;
- утилизация отходов производства;
- освобождение территорий, занятых под складирование отходов;
- сокращение выделения неприятных запахов.

Второй этап методики заключается в определении опций технологии анаэробного сбраживания спиртовой барды. На данный момент существует большое разнообразие биогазовых установок, которое увеличивается вместе с количеством возводимых установок. Лидером в этой области является-

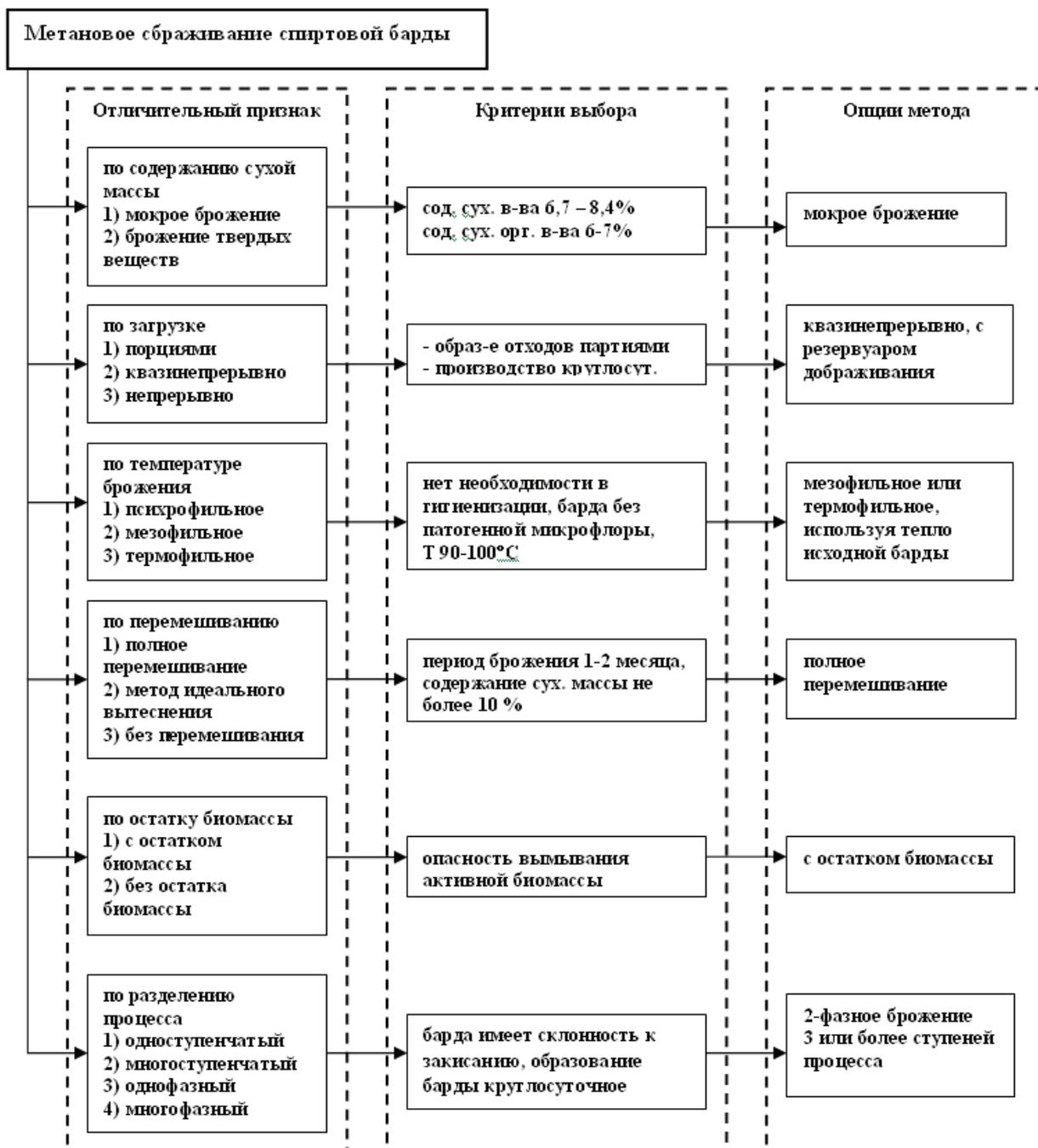


Рис. 6. Определение опций метанового брожения применительно к спиртовой барде

ся Германия. Выбору биогазовой установки предшествует выбор технологии анаэробного брожения биомассы (рис. 2). В ходе стажировки в Германии, авторами была освоена, разработанная в Немецком Центре Исследования Биомассы (DBFZ), методика выбора технологии анаэробного брожения. По аналогии, нами предложена схема для анаэробного сбраживания спиртовой барды на спиртовых заводах Республики Татарстан (рис. 6).

На основе свойств субстрата (содержание сухого вещества, кислотность среды, температура и др.), по отличительным признакам определяем опции метода анаэробного сбраживания.

На третьем этапе определяются технические

особенности биогазовой установки основываясь на опциях сбраживания, определенных на втором этапе. Выбор биогазового оборудования обусловлен большим количеством факторов и критериев. Биогазовую установку можно подобрать по типу перерабатываемого сырья (жидкое, твердое), по объемам перерабатываемых отходов (частные хозяйства, крупные фермы, промышленные предприятия, и др.), по качеству и объему получаемого биогаза, дальнейшей его переработке и многим другим критериям. С целью упрощения процедуры выбора биогазовой установки, нами проведена их классификация по ряду признаков (табл. 1).

Таблица 1. Классификация биогазовых установок

№ п/п	Признак классификации				
	1	2	3	4	5
	По конструкции реактора	По режиму загрузки субстрата	По перемешиванию субстрата	По способу обогрева	По технологии сбраживания
Тип биореактора. Особенности					
1	<b>Вертикальные</b> - большие капитальные затраты - малая занимаемая площадь	<b>Технологии с накоплением</b> - прерывистое образование биогаза, зависит от уровня заполнения биореактора	<b>Реакторы полного вытеснения</b> - подходят для субстратов с большим содержанием твердых веществ	<b>Внешние системы обогрева:</b> - внешний теплообменник (возможность подогрева свежего субстрата сброженным); - система обогрева по внешней стене реактора (для стальных реакторов)	<b>Одноступенчатое</b> - зависит от состава субстрата (подходит для отходов животноводства)
2	<b>Горизонтальные</b> - занимают большие площади - проще и дешевле в строительстве	<b>Проточные технологии</b> - возможен поток прямого перепуска (вымещение недобродившего субстрата)	<b>С мешалками внутри реактора</b> - для субстратов с содержанием твердых веществ 10-12%	<b>Внутренние системы обогрева</b> - внутренний теплообменник (возможно использование пепла свежего субстрата для подогрева биореактора) - система обогрева по внутренней стене реактора (возможно застревание частиц субстрата между стенкой и трубопроводом)	<b>Многоступенчатое (2 и более ступеней)</b> - для субстратов, требующих разделения фаз брожения
3	<b>Бокс-реакторы (гаражного типа)</b> - не используют мешалки - для биоотходов с примесями (камни, стекло, упаковка) - не нуждается в измельчении субстрата - малые капитальные затраты	<b>Комбинированные (проточная с накопителем)</b> - в случае прямого перепуска, биомасса может добродить во втором резервуаре (резервуар для хранения)	<b>Перемешивание газом (барботажное)</b> - для субстратов с малым содержанием сухого вещества (жидкие субстраты)	<b>Отопительные системы в стенах реактора:</b> - в полу реактора (подходит для биореакторов с малой высотой); - в стене реактора (универсальная)	

Исходя из предложенной классификации, для спиртовой барды выбор установки определяется рядом признаков:

- по конструкции реактор вертикальный, т.к. большинство спиртовых заводов расположено вблизи или непосредственно в населенных пунктах, то отведение больших производственных площадей для горизонтального реактора будет затруднительно;

- по режиму загрузки субстрата - комбинированный (проточная с накопителем), обусловлено непрерывностью процесса производства спирта, также позволяет организовать непрерывную поставку биометана (очищенный биогаз) в котельные;

- по перемешиванию субстрата – возможно применение мешалок внутри реактора, т.к. содержание сухого вещества в спиртовой барде около 7 – 9%.

- по способу обогрева - с внутренним теплообменником, за счет температуры свежей барды (90-100 °С) можно осуществлять обогрев биореактора;

- по технологии сбраживания - многоступенчатое (2 и более ступеней), для сбраживания некоторых видов сырья в чистом виде требуется особая двухстадийная технология, спиртовая барда не перерабатывается в биогаз в обычном реакторе, для переработки такого сырья необходим дополнительно реактор гидролиза. Такой реактор позволяет контролировать уровень кислотности, таким образом, бактерии не погибают из-за повышения содержания кислот или щелочей.

С помощью предлагаемой нами методики для переработки спиртовой барды выбрана технология с получением биогаза, путем анаэробного метанового брожения, определены опции сбраживания и технические параметры биогазовой установки.

Производство биогаза из отходов спиртовой промышленности (спиртовой барды) является малоотходной, т.е. позволяющей сократить до технически возможного в настоящее время минимума образование твердых отходов, жидких сбросов, газообразных и тепловых выбросов при получении какой-либо продукции.

Авторами проведен расчет экономических показателей выбранной технологии для спиртового завода производственной мощностью по спирту 3000 далл/сут.

Расчет стоимости биогазового оборудования выполнялся с учетом курса валюты: 1 евро (€) = 44 руб.

1. Стоимость биогазовой установки:

$$C_{бу} = C_{пр.док.} + C_{пр.з.} + C_{обор.} + C_{стр.раб.} \quad (1)$$

где:

$C_{пр.док.}$  – стоимость подготовки проектной документации = 52000 € = 2288000 руб.

$C_{пр.з.}$  – прочие затраты (шефмонтаж оборудования, пуско-наладка, авторский надзор, обучение персонала по обслуживанию оборудования) = 30000 € = 1320000 руб.

$C_{обор.}$  – стоимость комплекта оборудования = 710000 € = 31240000 руб.

$C_{стр.раб.}$  – стоимость строительных работ = 640000 € = 28160000 руб.

$C_{бу} = 2288000 + 1320000 + 31240000 + 28160000 = 63008000$  руб.

2. Расчет возможного выхода биогаза и биоудобрения (сброженного осадка) при переработке спиртовой барды в биогазовой установке.

Среднестатистическая мощность спиртового завода составляет 3000 далл/сутки по выработке спирта, (1 дал = 10 л). При производстве 1 дал спирта образуется 0,135 м<sup>3</sup> спиртовой барды (отход).

Объем выработки барды в сутки:

$$V_{барда\ сут.\ выр.} = V_{спирт\ сут.\ выр.} \times V_{барда\ обр.} \quad (2)$$

где:

$V_{спирт\ сут.\ выр.}$  – суточный объем выработки спирта = 3000 дал.

$V_{барда\ обр.}$  – объем образования барды при выработке 1 дал спирта = 0,135 м<sup>3</sup>.

$$V_{барда\ сут.\ выр.} = 3000 \times 0,135 = 405 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Из 1 м<sup>3</sup> спиртовой барды можно получить 45 м<sup>3</sup> биогаза (в зависимости от качественных характеристик и состава сырья).

Расчет возможного объема биогаза получаемого из барды:

$$V_{биогаз\ сут.\ пр.} = V_{барда\ сут.\ выр.} \times V_{биогаз\ обр.} \quad (3)$$

где:

$V_{биогаз\ обр.}$  – количество биогаза получаемого из 1 м<sup>3</sup> спиртовой барды = 405 × 45 = 18225 м<sup>3</sup>/сут.

$$V_{биогаз\ год.\ пр.} = 18225 \times 365 = 6652125 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Расчет количества биоудобрений получаемых при производстве биогаза:

$$M_{биоуд.\ сут.\ пр.} = M_{биоуд.\ сут.\ выр.} / 1,27 \quad (4)$$

где:

$M_{биоуд.\ сут.\ пр.}$  – масса биоудобрения получаемого за сутки;

1,27 – переводной коэффициент учитывающий плотность барды после брожения и отбора биогаза;

$$M_{биоуд.\ сут.\ пр.} = M_{барда\ сут.\ пр.} - M_{биогаз\ сут.\ пр.} \quad (5)$$

где:

$M_{барда\ сут.\ пр.}$  – масса барды производимая за сутки;

$M_{биогаз\ сут.\ пр.}$  – масса биогаза получаемого за сутки;

$$M_{барда\ сут.\ пр.} = V_{барда\ сут.\ выр.} \times 1,25, \quad (6)$$

где:

1,25 – переводной коэффициент учитывающий плотность свежей барды поступающей на переработку;

$$M_{барда\ сут.\ пр.} = 405 \times 1,25 = 506,25 \text{ т/сут.}$$

$$M_{биогаз\ сут.\ пр.} = V_{биогаз\ сут.\ пр.} \times \rho \quad (7)$$

$$M_{биогаз\ сут.\ пр.} = 18225 \times 0,554 = 10096,65 \text{ кг/сут.} = 10,1 \text{ т/сут.}$$

$$M_{биоуд.\ сут.\ пр.} = 506,25 - 10,1 = 496,15 \text{ т/сут.}$$

$$V_{биоуд.\ сут.\ пр.} = 496,15 / 1,27 = 390,67 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

$$V_{биоуд.\ год.\ пр.} = 390,67 \times 365 = 142594,29 \text{ м}^3/\text{год}$$

3. Расчет затрат на обслуживание биогазовой установки.

Биогазовая установка имеет следующие технические характеристики:

1) потребляемая электрическая мощность – 60 кВт;

2) потребляемая тепловая мощность – 250 кВт;

3) обслуживающий персонал – 2 человека.

Расчет годовой потребляемой электроэнергии:

$$Q_{эл.эн.} = N_{эл.эн.} \times 24 \times 365, \quad (8)$$

где:

$N_{эл.эн.}$  – потребляемая электрическая мощность биогазовой установки;

$$Q_{эл.эн.} = 60 \times 24 \times 365 = 525600 \text{ кВт/год.}$$

Расчет годовой потребляемой тепловой энергии:

$$Q_{\text{тепл.}} = N_{\text{тепл.}} \times 24 \text{ Ч } 365, \quad (9)$$

где:

$N_{\text{тепл.}}$  – потребляемая тепловая мощность биогазовой установки;

$$Q_{\text{тепл.}} = 250 \times 24 \times 365 = 2190000 \text{ кВт/год.}$$

4. Расчет возможного получения электроэнергии и тепловой энергии при использовании (переработке по средством когенерационной теплоэлектростанции) биогаза.

Из 1 м<sup>3</sup> биогаза в когенерационной теплоэлектростанции можно выработать 2,3 кВтч электроэнергии и 2,8 кВтч тепловой. Биогаз сжигается в теплоэлектростанции напрямую без обогащения.

Расчет количества получаемой электроэнергии (за год):

$$P_{\text{эл.эн.}} = V_{\text{биогаз год.пр.}} \times P_{\text{эл.эн. обр.}}, \quad (10)$$

где:

$V_{\text{биогаз год.пр.}}$  – объем получаемого биогаза из барды за год;

$P_{\text{эл.эн. обр.}}$  – количество электроэнергии вырабатываемое в когенерационной теплоэлектростанции из 1 м<sup>3</sup> биогаза = 2,3 кВтч;

$$P_{\text{эл.эн.}} = 6652125 \times 2,3 = 15299887,5 \text{ кВтч/год.}$$

Расчет количества получаемой тепловой энергии (за год):

$$P_{\text{тепл.}} = V_{\text{биогаз год.пр.}} \times P_{\text{тепл. обр.}}, \quad (11)$$

где:

$V_{\text{биогаз год.пр.}}$  – объем получаемого биогаза из барды за год;

$P_{\text{тепл. обр.}}$  – количество электроэнергии вырабатываемое в когенерационной теплоэлектростанции из биогаза = 2,8 кВтч;

$$P_{\text{тепл.}} = 6652125 \times 2,8 = 18625950 \text{ кВтч/год} = 16018,32 \text{ Гкал/год.}$$

5. Расчет количества электроэнергии и тепловой энергии получаемой из биогаза с учетом затрат на собственные нужды биогазовой установки.

Расчет количества получаемой электроэнергии (за год):

$$P'_{\text{эл.эн.}} = P_{\text{эл.эн.}} - Q_{\text{эл.эн.}}, \quad (12)$$

где:

$P_{\text{эл.эн.}}$  – количество получаемой электроэнергии (за год);

$Q_{\text{эл.эн.}}$  – количество потребляемой электроэнергии на собственные нужды биогазовой установки (за год);

$$P'_{\text{эл.эн.}} = 15299887,5 - 525600 = 14774287,5 \text{ кВтч.}$$

Расчет количества получаемой тепловой энергии (за года):

$$P'_{\text{тепл.}} = P_{\text{тепл.}} - Q_{\text{тепл.}}, \quad (13)$$

где:

$P_{\text{тепл.}}$  – количество получаемой тепловой энергии (за год);

$Q_{\text{тепл.}}$  – количество потребляемой тепловой энергии на собственные нужды биогазовой установки (за год);

$$P'_{\text{тепл.}} = 18625950 - 2190000 = 16435950 \text{ кВтч} = 14134,92 \text{ Гкал.}$$

6. Расчет экономического эффекта переработки биогаза в электроэнергию и тепловую энергию.

Расчет экономического эффекта от получения электроэнергии (год):

$$\mathcal{E}_{\text{эл.эн.}} = P'_{\text{эл.эн.}} \times \Pi_{\text{эл.эн.}}, \quad (14)$$

где:

$P'_{\text{эл.эн.}}$  – количества электроэнергии получаемой из биогаза за вычетом затрат на собственные нужды биогазовой установки;

$\Pi_{\text{эл.эн.}}$  – стоимость 1кВтч электроэнергии для промышленных предприятий в 2013 году в районе 4,5 руб.

$$\mathcal{E}_{\text{эл.эн.}} = 14774287,5 \times 4,5 = 66484293,75 \text{ руб/год.}$$

Расчет экономического эффекта от получения тепловой энергии (год):

$$\mathcal{E}_{\text{тепл.}} = P'_{\text{тепл.}} \times \Pi_{\text{тепл.}}, \quad (15)$$

где:

$P'_{\text{тепл.}}$  – количества тепловой энергии получаемой из биогаза за вычетом затрат на собственные нужды биогазовой установки;

$\Pi_{\text{тепл.}}$  – средняя стоимость 1Гкал тепловой энергии для промышленных предприятий в 2013 году - 1200 руб.

$$\mathcal{E}_{\text{тепл.}} = 14134,92 \times 1200 = 16961904 \text{ руб/год.}$$

Суммарный экономический эффект от получения электроэнергии и тепловой энергии:

$$\Sigma \mathcal{E} = \mathcal{E}_{\text{эл.эн.}} + \mathcal{E}_{\text{тепл.}} = 66484293,75 + 16961904 = 83446197,75 \text{ руб/год.}$$

На основе представленных расчетов, можно говорить о возможности частичного или полного обеспечения предприятия энергоресурсами, получаемыми от переработки спиртовой барды. Затраты на энергоресурсы являются одной из значительных статей расходов предприятия, уменьшение этих затрат позволит снизить себестоимость выпускаемой продукции.

Такое решение проблемы утилизации отхода полностью удовлетворяет требованиям Федерального законодательства в отношении спиртовой промышленности и Государственным стандартам в области ресурсосбережения. Вместе с тем, использование спиртовой барды для получения биогаза реализует на практике положения Целевой программы «Развитие биотехнологии в Республике Татарстан на 2010 – 2020 годы».

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Васильев А.В.* Обеспечение экологической безопасности в условиях городского округа Тольятти: учебное пособие. Самара: Изд-во Самарского научного центра РАН, 2012. 201 с.
2. *Васильев А.* «Зеленая политика»: проблемы и структура // Pro et Contra. 2002. Т. 7. № 1. С. 84-93.
3. *Васильев А.В., Перешивайлов Л.А.* Глобальный экологический кризис и стратегии его предотвращения.

- Региональные аспекты защиты окружающей среды. Учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по экологическим специальностям. Федеральное агентство по образованию, Тольяттинский гос. ун-т. Тольятти, 2005.
4. *Васильев А.В., Васильева Л.А.* Основы кластерного подхода. Кластер вторичных ресурсов Самарской области // В сборнике: ELPIT-2013. Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов. Сборник трудов IV международного экологического конгресса (VI Международной научно-технической конференции. Научный редактор: А.В. Васильев. 2013. С. 34-40.
  5. *Васильев А.В., Мельникова Д.А., Дегтерева М.С.* Особенности организации системы обращения с отходами в условиях Самарской области // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2014. Т. 16. № 1. С. 313-316.
  6. *Васильев А.В., Рябов В.М.* Курс лекций по экологическому праву. Учебное пособие. Тольятти, 1997.
  7. *Дыганова Р.Я., Беляева Ю.С., Егорова Е.С.* Роль энергетического вуза в подготовке кадров по биотехнологиям в целях экологической безопасности региона // Наука и образование в жизни современного общества: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 29 ноября 2013 г.: в 18 частях. Часть 2; М-во обр. и науки РФ. Тамбов: Изд-во ТРОО «Бизнес-Наука-Общество», 2013. С. 45-52.
  8. *Дыганова Р.Я., Медведева Ю.С.* Сокращение сточных вод на предприятиях спиртовой отрасли при использовании биотехнологий // Материалы докладов II Международного конгресса «Чистая вода. Казань». Казань 2011г. С. 53-54.
  9. *Новиков В.Б., Зверев С.В.* Барда в законе // Производство спирта и ликероводочных изделий. 2007. № 2. С. 20-23.
  10. *Vasilyev A.V., Khamidullova L.R., Podurueva V.V., Solovyov S.G.* Investigation of toxicity of waste water of "AVTOVAZ" company by using biological testing methods // Safety of Technogenic Environment. 2012. № 2. С. 72-75.
  11. *Vasilyev A.V., Gusarova D.V.* Analysis of lubricating cooling liquids negative influence to the human's health and the ways of it reduction // Safety of Technogenic Environment. 2013. № 4. С. 37-41.

## DEVELOPMENT OF METHOD OF SELECTION OF TECHNOLOGIES OF ALCOHOL INDUSTRY WASTE TREATMENT AS AN INSTRUMENT OF ECOLOGICAL MANAGEMENT

© 2014 R.Ya. Dyganova, Ju.S. Belyaeva

Kazan State Energetic University

In framework of estimation of living cycle of production the stages of forming and treatment of alcohol industry waste are considered. 3-stage method of selection of technology of treatment of distillery stillage is selected. Classification of biogas plant is presented according to the five features. Calculations of economical and energetic parameters of biogas plant for alcohol enterprise are described.

*Keywords:* energy efficiency, alcohol industry, waste, biogas plant, sewage sludge, method of selection.

---

*Roza Dyganova, Doctor of Biological Sciences, Professor, Head at the Engineering Ecology and Energy Conservation Department. E-mail: Dyganova.roza@yandex.ru*  
*Julia Belyaeva, Postgraduate Student at the of Engineering Ecology and Energy Conservation Department.*  
*E-mail: y\_medvedeva87@mail.ru*