

Еще раз про барду...

Е. Е. Каталевский, С. П. Савельев, ЗАО «Владисарт» г. Владимир;
Л. Ф. Ледник, В. А. Жирнов, ООО «ВВЦЭМ», г. Н.-Новгород;
С. В. Капустин, ООО «Группа компаний АГРО 3 Экология», г. Москва;
Г. В. Галкина, ГНУ ВНИИПБТ Росельхозакадемии, г. Москва

После выхода Федерального закона от 21.07.2005 № 102-ФЗ, не только в журнале «Ликероводочное производство и виноделие», но и в других средствах массовой информации появилось достаточное количество публикаций на тему переработки или утилизации послеспиртовой барды. Было предложено достаточное количество хороших технических решений для реализации вышеуказанной проблемы. Пожалуй, только один метод остался неосвещенным в прессе – это применение мембранной технологии для решения проблем переработки послеспиртовой барды. Тот скепсис, с которым относятся представители спиртзаводов к этой технологии, связан в первую очередь с тем, что технологию сегодня никто не может увидеть на действующем производстве. И это правильно. Сегодня ни на одном из большого количества спиртзаводов нашей страны мембранная технология не применяется. В то же время ее очень широко применяют на спиртзаводах США, Франции и в других странах.

И все-таки попытка применить мембранную технологию для переработки

послеспиртовой барды на спиртзаводах нашей страны состоялась.

Первые крупномасштабные экспериментальные работы по применению мембранной технологии для переработки послеспиртовой барды проведены в 2004 году на «Пискарихинском спиртзаводе».

Цели проведенной работы:

- уточнение основных параметров очистки послеспиртовой барды на пилотных установках (микрофильтрационной и обратноосмотической);

- определение степени очистки на каждой стадии;
- анализ качества очистки на каждой стадии.

Основные этапы работы:

1) очистка послеспиртовой барды от взвешенных, коллоидных примесей и высокомолекулярных органических соединений на микрофильтрационной установке;

2) глубокая доочистка микрофилтрат от растворенных солей на обратноосмотической установке.

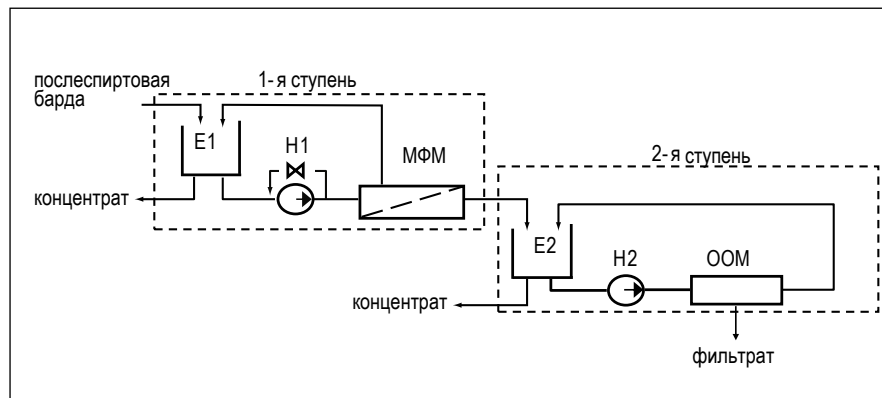


Рис. 1. Принципиальная схема двухступенчатой мембранной установки



Рис. 2. Общий вид опытно-промышленной мембранной установки производительностью 200 л/ч

Таблица 1. Результаты обработки исходной барды и продуктов ее переработки на мембранной микрофильтрационной установке

№ п/п	Исходный продукт	Удельная скорость фильтрации, л/м ² ч	T, °C	Степень концентрирования, раз	Сухие вещества, %	Растворенные вещества, %	Протеин
1	Исходная барда после барабанных сит: концентрат фугат	~30	30	1,8	6,94	3*	
					11,48	5* 1*	
2	Фугат исходной барды после сепаратора: концентрат фильтрат	~60	40	2,77	3,8	2*	39**
					6,47	4* 1*	
3	Дрожжевая суспензия	~55	30	2,56	–	–	–

* По рефрактометру.

** С учетом влажности 97,6 %.

Таблица 2. Результаты обработки исходной барды и продуктов ее переработки на мембранной обратноосмотической установке

№ п/п	Исходный продукт	Удельная скорость фильтрации, л/м ² ч	T, °C	Степень концентрирования, раз	Растворенные вещества, %	Соле-содержание, мг/л	pH
1	Микро-фильтрат исходной барды: концентрат фугат	~16	18	5,7	1,0	2590	4,43
					2,0	>10000 при K=4 209 при K=4	
2	Фугат исходной барды после сепаратора: концентрат фильтрат	~20	20	5,5	1,0	2330	4,77
					2,0	>10000 при K=4 200 при K=4	

Экспериментальные работы проводились на двух передвижных пилотных установках (рис. 1 и 2):

- в качестве первой ступени очистки использовалась микрофильтрационная установка типа УМ - 1Т на осно-

ве трубчатых микрофильтров типа БТМ-0,5/2;

- в качестве второй ступени очистки – обратноосмотическая установка, укомплектованная рулонным мембранным элементом типа RE4040BL с высокоселективной мембраной. Следует отметить, что установка была оснащена фильтрующими элементами промышленного образца, серийно выпускаемыми предприятиями нашей страны.

Исходная послеспиртовая барда из циркуляционной емкости E1 под давлением до 0,2 МПа насосом Н1 подавалась на микрофильтрационный мембранный модуль МФМ.

Под действием рабочего давления исходная барда делилась на два потока: *фильтрат-поток*, прошедший через мембрану и очищенный от взвешенных, коллоидных примесей и высокомолекулярной органики, который постоянно отбирался и собирался в емкости E2, и *концентрат-поток*, обогащенный загрязнениями, который возвращался в емкость E1. При достижении максимального концентрирования примесей (определяли визуально в первую очередь по вязкости концентрата) концентрат сливался из емкости E1.

Из емкости E2 фильтрат после 1-й ступени очистки насосом высокого давления Н2 для глубокой очистки и обессоливания подавался на обратноосмотический мембранный элемент рулонного типа. Работа установки осуществлялась в описанном выше режиме: поток разделялся на две части: *пермеат-очищенную* и *обессоленную воду* и *концентрат-воду*, обогащенную загрязняющими веществами и солями, который циркулировал по контуру: емкость E2 – насос Н2 – мембранный элемент – емкость E2. При достижении максимальной степени концентрирования примесей (определяли в первую очередь по падению производительности установки) концентрат сливался из циркуляционной емкости E2.

В процессе работы определялась производительность мембранных фильтров на каждой стадии очистки, и отбирались пробы всех потоков для определения качества очистки.

Учитывая тот факт, что на «Пискарихинском спиртзаводе» исходную барду подвергают многостадийной обработке, а именно отделяют дробину на барабанных ситах, концентрируют полученный фильтрат на сепараторе, получают дрожжевую суспензию, то и в процессе проведения экспериментальных работ

каждый получаемый промежуточный продукт подвергался обработке на мембранной установке. Результаты этих работ приведены в табл. 1, 2 (все анализы проводила заводская лаборатория).

Отчет о результатах опытных работ, проведенных на «Пискарихинском спиртзаводе», был размещен на сайте и получил широкий отклик заинтересованных в решении проблемы переработки послеспиртовой барды как в нашей стране, так и в странах СНГ, в частности в республиках Молдова, Украина, Казахстан.

Особый интерес был проявлен со стороны специалистов ООО «Волго-Вятского Центра Экологического Мониторинга» (далее ООО «ВВЦЭМ»), которые на ОАО «Арзамасспирт» занимались проблемой получения из послеспиртовой барды кормовых дрожжей. Была составлена совместная программа экспериментальных работ, и в 2007 году работы по получению кормовых дрожжей с применением двухступенчатой ферментации были проведены. Результаты этих работ представлены в табл. 3 и 4, на рис. 3.

Таблица 3. Результаты испытаний с применением мембранной очистки фугата послеспиртовой барды (после декантера) ОАО «Арзамасспирт»

№ п/п	Наименование показателей	Единицы измерения	Результаты количественного химического анализа	
			Ультрафильтрат послеспиртовой барды	Фильтрат О/О послеспиртовой барды
1	Водородный показатель (рН)	ед. рН	4,94	5,22
2	Жесткость общая	мг-эквл	32,00	0,17
3	Кальций (Ca)	мг/л	340,00	1,60
4	Магний (Mg)	мг/л	180,00	1,10
5	Щелочность	мг-эквл	0,20	0,60
6	Аммиак (NH ₄ ⁺)	мг/л	415,00	9,30
7	Нитраты (NO ₃ ⁻)	мг/л	46,00	0,90
8	Нитриты(NO ₂ ⁻)	мг/л	0	0
9	Сульфаты (SO ₄ ²⁻)	мг/л	244,00	0
10	Фосфаты (PO ₄ ³⁻)	мг/л	450,00	1,60
11	Хлориды (Cl)	мг/л	576,00	3,90
12	Железо (Fe, суммарно)	мг/л	3,50	0
13	АПВ	мг/л	1,00	0,04
14	НПВ	мг/л	264,00	0
15	ХПК	мгО ₂ /л	21920,00	1360,00
16	П/О	мгО ₂ /л	6770,00	205,00
17	Цветность	градусы	1100,00	12,00
18	Мутность	мг/л	32,00	0,45
19	Сухой остаток	мг/л	19260,00	610,00



Закрытое Акционерное Общество «Владисарт»
 Россия, 600031, г. Владимир, ул. Добросельская, 191-Г
 Тел/Факс: (4922) 21-34-86/3129-68/31-27-55
 E-mail: vladisart@vtsnet.ru. Web: www.vladisart.ru

ТЕХНИЧЕСКОЕ КОНСУЛЬТИРОВАНИЕ И ПОЛНЫЙ СПЕКТР ФИЛЬТРАЦИОННЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ВСЕХ ТИПОВ ВИН, А ТАКЖЕ ДЛЯ ОСНАЩЕНИЯ ЛАБОРАТОРИЙ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА
Предлагаемое оборудование применяется как небольшими виноделами, так и огромными винзаводами с объемом производства в миллионы гектолитров в год.

СПЕКТР ПРОДУКТОВ, ПРЕДЛАГАЕМЫХ ДЛЯ ВИНОДЕЛИЯ:



- Семейство систем динамической (crossflow) фильтрации для осветления или полировочной фильтрации вина перед хранением;
- Фильтр-патроны для удаления частиц и осветления;
- Мембранные фильтр-патроны для стерильной фильтрации;
- Фильтр-картон для глубинной фильтрации;
- Автоматические патронные системы для стерильной фильтрации перед розливом;
- Оборудование для микробиологического контроля и лабораторные весы;
- Фильтр-патроны для воздуха, газа и пара;
- Системы для взвешивания в потоке.



Таблица 4. Результаты испытаний с применением мембранной технологии получения кормовых дрожжей

№ пробы	Ингредиент	Результат, мг/дм
Барда	БПК	23000
	ХПК	85000
	Взвешенные вещества	31000
	Общее содержание примесей	56000
	Белок, %	30
Фугат	БПК	17550
	ХПК	95100
	Взвешенные вещества	11260
	Общее содержание сухих веществ	37500
	Белок, %	32
КЖ	БПК	16000
	ХПК	70000
	Взвешенные вещества	10250
	Общее содержание сухих веществ	37800
	Белок, %	42
Концентрат после УФ	БПК	36000
	ХПК	16000
	Взвешенные вещества	35900
	Общее содержание сухих веществ	70000
	Белок, %	45
Фильтрат после УФ	БПК	9200
	ХПК	11000
	Взвешенные вещества	210
	Общее содержание сухих веществ	2590
	Белок, %	5
Вода после обратного осмоса (ОО)	БПК	300
	ХПК	800
	Взвешенные вещества	3
	Общее содержание сухих веществ	700
	Белок, %	0

Где: ОО – обратный осмос; КЖ – куртуральная жидкость; УФ – ультрафильтрация.

Результаты работ, проведенных на ОАО «Арзамасспирт», незначительно отличаются от результатов, полученных при проведении аналогичных работ на «Пискарихинском спиртзаводе». Это свидетельствует о том, что ни

способ помола зерна, ни способ варки не оказывают существенного влияния на процесс фильтрации послеспиртовой барды и продуктов ее переработки, хотя при подборе режимов фильтрации этот факт необходимо учитывать.

Единственный вопрос, который волновал больше всех, – это ресурс

работы фильтрующих элементов. В первую очередь, это связано с непрерывным циклом работы спиртзаводов, во-вторых, с количеством моек и регенерацией систем фильтрации и, естественно, количеством промывных вод, получаемых в результате моек установки.

Совместно со специалистами ООО «ВВЦЭМ» были проведены ресурсные испытания фильтрующих элементов при концентрировании кормовых дрожжей. Эти данные представлены на рис. 4.

У читателя может возникнуть вопрос, почему на рис. 4 показано два графика. Один из них относится к фильтрующему элементу размером пор 0,6 мкм, другой к элементу с отсечением по молекулярной массе 100 кДа. Дело в том, что в нашей литературе практически нет работ, в которых бы описывался процесс обработки послеспиртовой брады мембранными методами. Те работы, в которых описывается этот процесс, базируются на применении для процесса концентрирования микрофильтрационных элементов. Однако проведенные нами работы показали, что микрофильтрационные элементы достаточно быстро забиваются и требуются дополнительные устройства для их регенерации во время работы установки. Все это приводит к удорожанию и усложнению самой установки. Рекомендации, которые мы получили во время консультаций с представителями ведущей мировой фирмы – производителя фильтрующих элементов для концентрирования послеспиртовой барды Koch Membrane Systems были однозначны: для процесса концентрирования самой барды и продуктов ее переработки должны применяться только ультрафильтрационные элементы с рейтингом 100–300 кДа. Поэтому и ресурсные испытания проводились как на микро-, так и на ультрафильтрах. На рис. 4 наглядно видно, что микрофильтры в начальный период имеют большую скорость фильтрации, а затем скорость фильтрации резко снижается. В случае применения для процесса фильтрации ультрафильтров скорость на протяжении всего времени испытаний, а они длились непрерывно практически двадцать суток, изменилась незначительно. На основании всех данных, полученных при испытании фильтрационной установки для концентрирования послеспиртовой брады и продуктов ее переработки, была рассчитана промышленная установка, данные которой были заложены в технологическую схему производства по



Рис. 3. Пробы исходной барды и конечных продуктов, полученных в результате опытных работ

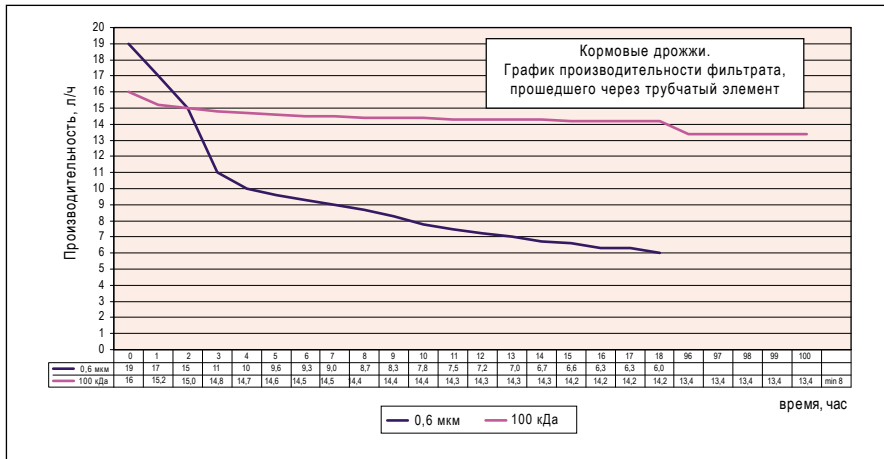


Рис. 4. Результаты ресурсных испытаний фильтрующих элементов при концентрировании кормовых дрожжей

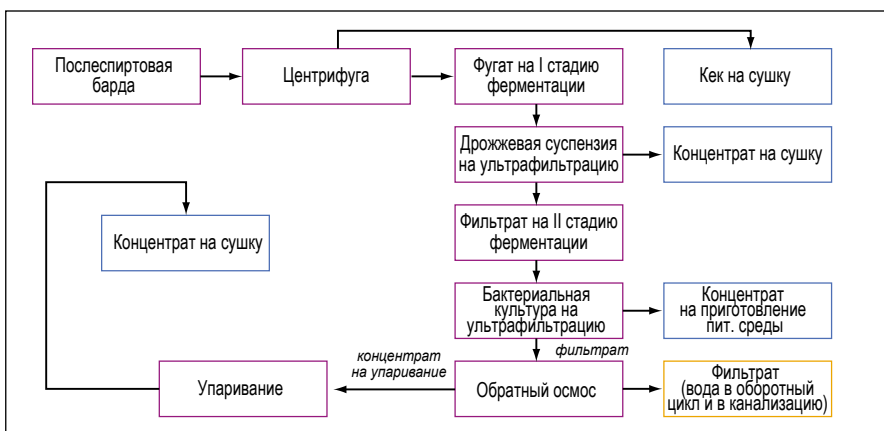


Рис. 5. Принципиальная схема технологического процесса переработки послеспиртовой барды в сухую кормовую добавку

переработке послеспиртовой барды, разработанной специалистами ООО «ВВЦЭМ» и представленной на рис. 5.

Невзирая на скепсис к применению мембранной технологии для переработки барды, интерес к ней не пропадает, что приятно и вселяет надежду на ее применение. Последние опытные работы с использованием мембранной технологии были проведены в сентябре 2009 г. на ООО «Казачье» – спиртзавод в Ставропольском крае.

Результаты этих работ представлены в табл. 5.

Итоги проведенной работы на ООО «Казачье» Спиртзавод только еще раз подтвердили те результаты, которые были получены на «Пискарихинском спиртзаводе» и на ОАО «Арзамас-спирт». Однако авторы не претендуют на то, что применение мембранной технологии для переработки барды и продукты, получаемые из нее, являются панацеей для решения всех

проблем, связанных с переработкой барды. Нисколько нет.

Учитывая тот факт, что сегодня в стране нет четкой единой политики в этом вопросе, не существует комплексной программы для решения этой проблемы, и каждый спиртзавод по-своему решает этот вопрос, то каждая технология имеет право на жизнь, в том числе и мембранная технология.

Сегодня в проблеме переработки послеспиртовой барды возникает больше вопросов, чем ответов. Многие закрывают глаза на энергозатраты получаемого DDGS, а что если перед сушкой или выпаркой сконцентрировать барду на мембранной установке в 1,5–2 раза? Широко используемые во всем мире барабанные вакуум-фильтры – отработанное оборудование, но никто не говорит, какой получается фильтрат, а его можно без труда во много раз сконцентрировать на мембранной установке с минимальными энергозатратами. Все молчат о том, какого качества получается конденсат после выпарного аппарата. И можно задавать еще много и много вопросов по этой теме. Но это не решение проблемы. Решение проблемы переработки послеспиртовой барды, наверное, состоит в том, чтобы предложить спиртзаводам несколько альтернативных, энергосберегающих, экономически выгодных технологий.

Нами разработан типоряд промышленных мембранных установок для переработки послеспиртовой барды мощностью до 50 м³/ч, которые позволяют эффективно концентрировать как саму спиртовую барду (с температурой до 90 °С), так и побочные продукты ее переработки. По стоимости они почти в 2 раза ниже, чем аналогичные по мощности зарубежные выпарные установки.

Мы готовы к самому тесному сотрудничеству со всеми заинтересованными сторонами. С этой целью мы объединили усилия с ведущими разработчиками технологий по переработке послеспиртовой барды:

- ГНУ ВНИИ пищевой биотехнологии, Леднев В. П., технология получения сухой барды «DDGS»
- ГНУ ВНИИ пищевой биотехнологии, Галкина Г. В., технология ферментативной переработки послеспиртовой барды в кормовую добавку «Биобардин»
- ООО «Волго-Вятский центр экологического мониторинга», Ледник Л. Ф., Жирнов В. А., технология получения кормовых дрожжей
- ООО «Группа компаний АГРО 3. Экология», Капустин С. В., локальные очистные сооружения для спиртзаводов. 💧

Таблица 5. Результаты анализа проб фугата культуральной жидкости (ферментация послеспиртовой барды)

№ п/п	Показатель	Фугат после центрифуги	После ультрафильтрации	После обратного осмоса
1	рН	4,2	4,2	4,05
2	ХПК	24 710	17 160	2 690
3	БПК5	18 200	9 600	1 616
4	Взвешенные вещества	650,0	81,0	12,0
5	Азот аммонийный	111,6	94,0	26,0
6	Фосфаты	470	320	3,2
7	Хлориды	252	146	7,5
8	Сульфаты	477	171	2,8
9	Сухой остаток	22 090	20 200	2 120
10	Кислотность (мг-экв/л)	300	111	19,0