

УДК 628.54:504

## ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ОБЕЗВОЖИВАНИЮ ПОСЛЕСПИРТОВОЙ БАРДЫ И НЕЙТРАЛИЗАЦИИ ФУГАТА

В. Н. Яромский

Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина, г. Брест, Беларусь

Исследован процесс механического обезвоживания послеспиртовой барды на лабораторной центрифуге. Установлена закономерность процесса обезвоживания барды в поле центробежных сил. Количество сухих веществ увеличилось на 25%. Исследован процесс нейтрализации фугата с применением реагентов. Установлено, что необходимая при нейтрализации доза известкового молока значительно ниже, чем доза водного раствора щелочи (NaOH).

### Введение

В процессе производства этилового спирта образуется более чем в двенадцатикратном объеме (по отношению к получаемому продукту) отходов производства – послеспиртовой жидкой барды, которая при сбросе вызывает загрязнение окружающей среды. В то же время, барда обладает достаточно высокой питательной ценностью, поскольку именно в ней содержится весь белок зерна [1].

Основной целью настоящей работы является проведение исследований по обезвоживанию барды и нейтрализации фугата.

При механическом обезвоживании барды получается два продукта. Первый продукт – это твердая часть (кек) определенной влажности и второй продукт – жидкая часть (фугат).

### Методика и объекты исследований

Для исследования процесса обезвоживания была использована лабораторная центрифуга с радиусом ротора  $R=0,095$  м и с частотой вращения  $n=1000-8000$  мин<sup>-1</sup>. Опыты проводились в лаборатории «Гидроэкологии и экотехнологии» Полесского аграрно-экологического института НАН Беларуси по методике [2].

Химический анализ фугата выполнялся в соответствии с методиками, перечисленными в изданиях: «Перечень методик выполнения измерений, допущенных к применению в деятельности лабораторий экологического контроля предприятий и организаций Республики Беларусь».

### Результаты и их обсуждение

Результаты обезвоживания образцов послеспиртовой барды на лабораторной центрифуге при различной частоте вращения ротора представлены в таблице 1.

Из данных таблицы 1 следует, что при увеличении частоты вращения ротора центрифуги влажность твердой фазы барды (кека) можно уменьшить до 67,91%, то есть метод центрифугирования можно успешно ис-

пользовать в безрасчетном режиме для обезвоживания послеспиртовой барды.

Для обезвоживания барды наибольшее применение получили осадительные горизонтальные центрифуги непрерывного действия со шнековой выгрузкой кека. Основными показателями, характеризующими работу осадительных шнековых центрифуг, являются их производительность, эффективность задержания сухого веществ и влажность осадка (кека).

В обезвоженной твердой фазе (кеке) содержится до 30% протеина, поэтому в дальнейшем его необходимо использовать для приготовления кормов сельскохозяйственным животным и птицам [1].

В полученной жидкой фазе (фугате) содержится мелкая взвесь и растворенные вещества; ХПК фугата может достигать 70000 мг O<sub>2</sub>/л. Величина рН фугата определяется технологией производства спирта, которое связано с процессом брожения, в результате чего выделяется углекислый газ, образующий с водой слабую угольную кислоту, способную сдвинуть рН в область кислой среды. Поэтому рН полученного фугата находился в пределах 3,4–4,1. С целью подготовки фугата для биологической очистки необходимо провести его нейтрализацию.

Для химической очистки фугата могут применяться следующие способы нейтрализации: взаимная нейтрализация кислых и щелочных сточных вод, нейтрализация реагентами, фильтрование через нейтрализующие материалы. Из перечисленных способов наиболее приемлимым в данных условиях является нейтрализация реагентами. В качестве реагентов приняты: водный раствор щелочи (NaOH) и гашеная известь (Ca(OH)<sub>2</sub>).

Нейтрализацию фугата осуществляли следующим образом. В емкость с фугатом (рН=3,4) приливали по 5–15 мл 0,1-нормального раствора щелочи, перемешивали и определяли рН.

Таблица 1 – Результаты обезвоживания барды при различной частоте вращения ротора

№	Исходная влажность барды, %	Влажность кека при различной частоте вращения ротора, %							
		1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000
1.	92,56	87,10	86,25	83,15	81,05	78,41	76,32	73,41	70,02
2.	91,02	82,20	80,12	78,31	75,15	73,12	71,61	68,32	66,12
3.	91,46	86,03	82,51	78,83	77,52	76,88	72,99	71,78	67,59

Таблица 2 – Изменение рН фугата в зависимости от концентрации щелочи

Концентрация щелочи, мг/дм <sup>3</sup>	15	25	35	45	60	68	73
рН фугата	3,76	3,96	4,33	4,75	5,84	6,54	7,08

**Таблица 3 – Изменение pH фугата в зависимости от концентрации известкового молока**

Доза известкового молока, мг/дм <sup>3</sup>	10,0	15,0	20,0	25,0	30,0
pH фугата	3,76	3,96	4,33	4,75	5,84

Результаты опытов представлены в таблице 2.

Ввиду того, что в фугате содержится значительное количество взвешенных веществ (до 7,5 г/дм<sup>3</sup>) по прошествии непродолжительного времени (5–10 мин) в цилиндре с фугатом произошел процесс коагуляции и на дно цилиндра выпал осадок. Факт очистки фугата подтверждает определение его ХПК до и после нейтрализации: до нейтрализации величина ХПК составляла 59 321 мг/дм<sup>3</sup>, а после нейтрализации значение ХПК составило 51 780 мг/дм<sup>3</sup> (снижение на 13%).

Для нейтрализации фугата гашеной известью был предварительно приготовлен 30%-ный раствор известкового молока. В цилиндр с фугатом (pH=3,40) небольшими дозами (по 5–10 мл) приливали известковое молоко, тщательно перемешивали и измеряли значение pH.

Результаты представлены в таблице 3.

Из данных таблицы 3 следует, что оптимальная доза известкового молока составляет 26 мг/дм<sup>3</sup>. В течение 5–10 мин после перемешивания известкового молока с фугатом произошел процесс коагуляции. В цилиндрах произошло интенсивное выпадение осадка, причем значительно большее, чем при коагуляции раствора щелочи. Это объясняется тем, что известковое молоко, являясь суспензией, способствует интенсификации процесса коагуляции. При этом ХПК коагулированного фугата снизилось на 42%, что в три раза больше, чем при коагуляции водным раствором щелочи (NaOH). При этом необходимо учитывать, что гашенная известь значительно дешевле водного раствора щелочи.

### Выводы

1. Установлена закономерность процесса обезвоживания послеспиртовой барды в поле центробежных сил. С увеличением числа оборотов ротора влажность кека уменьшается; при максимальном числе оборотов ( $n=8000$  мин<sup>-1</sup>) влажность кека снижается до 67%.
2. Для нейтрализации фугата послеспиртовой барды наиболее эффективно применение гашеной извести в виде известкового молока, так как этот реагент стоит дешевле, чем раствор едкого натра и при его применении достигается максимальное снижение ХПК (до 42%) в результате коагуляции.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Яромский, В. Н. Перспективы использования послеспиртовой барды / В. Н. Яромский, Е. Г. Афтеев, Ю. С. Шепелюк // Природная среда полесья: Особенности и перспективы развития: тезисы докладов V Международной научной конференции. Брест, 8–10 сентября 2010 г. / редкол.: Н. В. Михальчук (отв. ред.) [и др.]. – Брест, Альтернатива, 2010. – 162 с.
2. Калицун, В. И. Лабораторный практикум по водоотведению и очистке сточных вод / В. И. Калицун, Ю. М. Ласков. – Москва: Стройиздат, 1995. – 266 с.

## THE RESEARCH ON DEHYDRATION OF DISTILLERY DREGS AND NEUTRALIZATION OF CENTRATE

YAROMSKI V.

The article is devoted to the process of mechanical dewatering distillery stillage on laboratory centrifuge. Established regularity of dehydration process bards in the field of centrifugal forces. The amount of dry substances increased by 25%. The process of neutralization of centrate using reagents. It is established that a dose of milk of lime is much lower than the dose of aqueous alkaline solution (NaOH) at neutralization.