

Технические науки

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА
ПИРОЛИЗА КИЗЕЛЬГУРОВОГО ШЛАМА
ПИВОВАРЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Визир Д.М., Шахов С.В., Шабанов И.Е.,
Толстова Е.С.

*Воронежский государственный университет
инженерных технологий, Воронеж,
e-mail: s_shahov@mail.ru*

На предприятиях пивоваренной отрасли наибольшее распространение получили кизельгуровые фильтры: они надежны, просты в устройстве и экономически выгодны.

Однако существует ряд проблем, связанных с использованием кизельгура: ограниченность ресурсов высококачественного диатомита, а также большие расходы на утилизацию. Поэтому в настоящее время ученые сосредоточили усилия на следующих направлениях: поиск новых методов регенерации кизельгура; использование альтернативных материалов и оборудования для фильтрования.

При использовании в среднем 1 кг кизельгура на 30 л пива ежегодно производится несколько тысяч тонн кизельгурового шлама, который предприятия за собственные средства должны утилизировать. Однако проблема состоит в том, что кизельгуровые отходы ввиду значительного количества связанного азота могут привести к накоплению в земле и воде нитратов [1, 2].

Одним из перспективных направлений является термическая регенерация кизельгура. При этом образуется материал, который снова может использоваться для фильтрации пива. Однако высокие температуры ведут к качественным изменениям продукта. Доля пригодного кизельгура составляет, в большинстве случаев, малую величину. Поэтому разработка тепло- и ресурсосберегающего способа термической регенерации кизельгура, режимные параметры которого обеспечивают высокие качественные показатели регенерируемого кизельгура с точки зрения его повторного использования в процессе осветления пива является актуальной задачей [3, 4].

Целью работы является научное обеспечение и разработка способа термической регенерации кизельгура для повторного его использования в процессе осветления пива и разработка инновационных технологических и конструкторских решений при практической реализации процесса.

Материалы и методы исследования. Проведение экспериментальных исследований пиролиза кизельгурового шлама обусловлено необходимостью выявления закономерностей термического разложения органических составляющих в условиях ограниченного доступа кислорода. Исходя из этого для более точного

осуществления процесса и возможности изучения влияния отдельных факторов на эффективность проведения процесса без возмущающих неконтролируемых воздействий сопутствующих факторов эксперименты осуществлялись на специально сконструированной установке периодического действия.

В состав схемы экспериментальной установки (рис. 1) входят следующие элементы: вертикальный пиролизный реактор с рубашкой 1, двойная шибберная заслонка 2, горелка 3, воздушный кожухотрубчатый конденсатор 4, вентилятор 5, емкость – сборник жидкой фракции 6, каплеотбойник 7, фильтр 8 и вентилятор 9. Все элементы установки соединены между собой системой трубопровода 10 и крепятся на раме 11. Трубопровод между реактором и конденсатором снабжен сбросным клапаном, на этом же трубопроводе расположена термопара для измерения температуры выходящей парогазовой смеси. Для обеспечения и контроля заданного режима утилизации и безопасного проведения эксперимента внутри реактора также располагается термомпара.

Реактор (рис. 2) в свою очередь состоит из следующих основных элементов: корпус реактора 1, рубашка 2, выгрузатель 3, патрубок парогазовой смеси 4, патрубок топочных газов 5, нижний патрубок рубашки 6, фланец байонетный 7. Снаружи корпус реактора 1, выполненный из стали 08X181110 Г, снабжен рубашкой 2, внутри которой циркулируют продукты горения топлива, обогревающие реактор и обеспечивающие процесс пиролиза. К рубашке 2 приварены опоры, с помощью которых реактор устанавливается на раме. К фланцу корпуса сверху крепится двойной шиббер, через который производится загрузка сырья.

К фланцевому соединению нижнего патрубка рубашки 7 тангенциально крепится горелка, продукты сгорания от которой служат для обогрева реактора 1.

Для удаления из системы, поднимающегося снизу вверх потока топочных газов в рубашке 2 служит патрубок топочных газов. В нижней части реактора смонтирован выгрузатель 3. Установка периодического действия, поэтому во время работы разгрузочное устройство закрыто байонетным фланцем 8. Для разгрузки зольного остатка предназначен шнековый выгрузатель 3. Для отвода из реактора 1 парогазовой смеси, полученной в процессе пиролиза, установлен верхний патрубок 5. Кроме этого, для исключения тепловых потерь в окружающую среду и обеспечения безопасности при работе с установкой, снаружи реактор предусмотрена теплоизоляция в виде листов минеральной ваты.

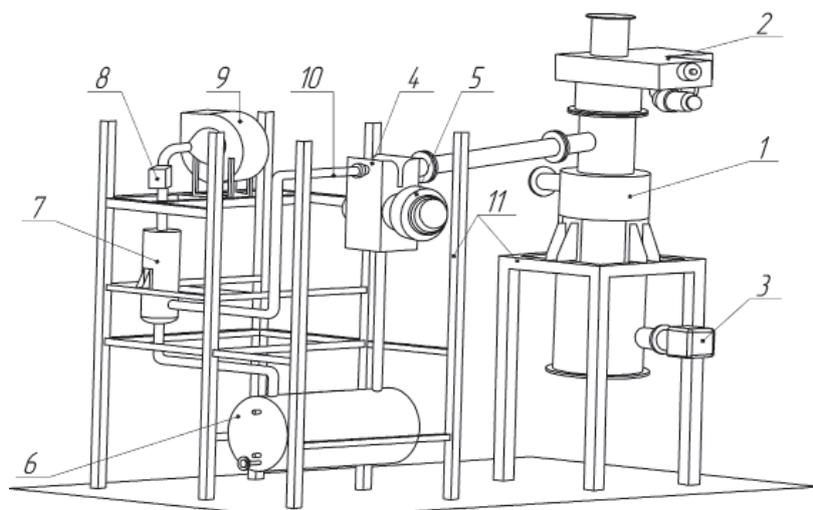


Рис. 1. Схема пиролизной экспериментальной установки:
 1 – пиролизный реактор, 2 – двойная шиберная заслонка, 3 – горелка, 4 – конденсатор, 5 – вентилятор,
 6 – емкость сборник, 7 – каплеотбойник, 8 – фильтр, 9 – вентилятор, 10 – система трубопровода, 11 – рама

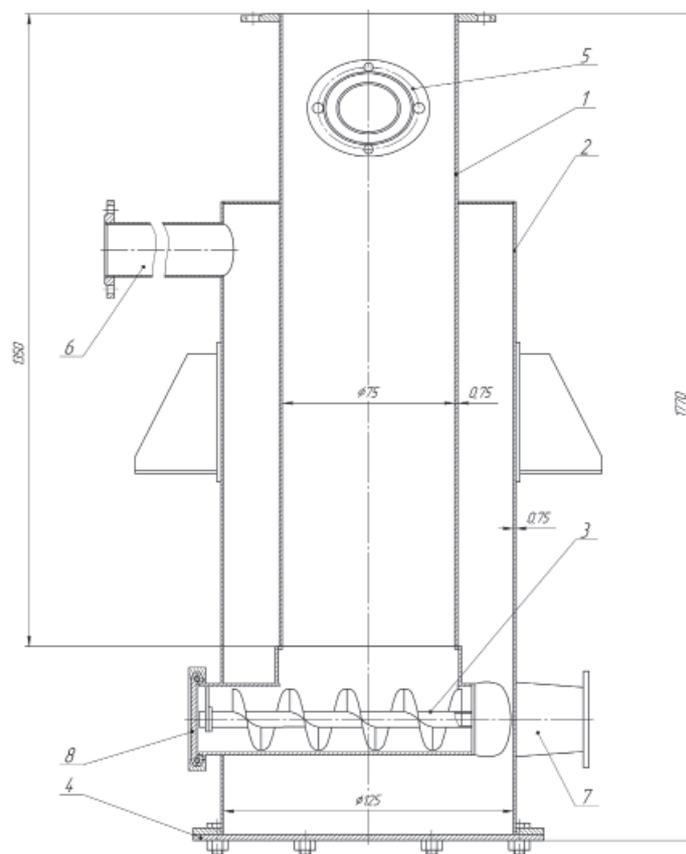


Рис. 2. Пиролизный реактор:
 1 – корпус реактора, 2 – рубашка, 3 – выгрузатель, 4 – днище, 5 – патрубок парогазовой смеси,
 6 – патрубок топочных газов, 7 – нижний патрубок рубашки, 8 – фланец байонетный

Результаты исследования и их обсуждение. Для близкой имитации промышленной переработки кизельгурового шлама пивоваренного производства после серии опытов с загрузкой в реактор небольших объемов пиролизная

установка была опробована при циклической загрузке с возможным заполнением на половину реактора. Устанавливаемая температура в реакторе 450 °С. Полученные результаты приведены в табл. 1.

Таблица 1

Значения параметров проводимого процесса

Вид сырья	Продолжительность цикла, мин	$t, ^\circ\text{C}$ в реакторе	$t, ^\circ\text{C}$ парогазовой фракции	$t, ^\circ\text{C}$ в сборнике	$t, ^\circ\text{C}$ выходящих газов	$t, ^\circ\text{C}$ топочных газов
1	0	467,9	61,2	25,7	23	65,7
2	30	450,9	101,1	26	25,5	62,5
3	60	451,2	94,1	26	27,4	67,8
4	90	427,7	103,7	25,5	29,4	70,5
5	120	441,8	94,9	25	32	72,3
6	150	465,8	90,2	24,7	31,5	71,5
7	180	457,3	83,4	24,8	30,9	70,4
8	210	432,5	104,8	24,9	31,9	71,3
9	240	433,6	113,2	24,9	34,1	70,2
10	270	463,1	96,8	24,8	32,8	69,7
11	300	442,5	92,8	25,1	32,8	68,9
12	330	428,5	103,5	25,2	33,6	67,6
13	360	452,7	110,7	25,1	31,8	64,3
Итого:	360	—	—	—	—	30

На рис. 3 представлена графическая зависимость температур выходящих продуктов и температуры в камере во время процесса пиролиза, а на рис. 3 влияние различных факторов на процесс пиролиза.

В процессе каждой загрузки наблюдалось небольшое падение температуры в реакторе при внесении новой порции сырья. А также происходило колебание в процессе пиролиза температуры парогазовой фазы.

Протеины

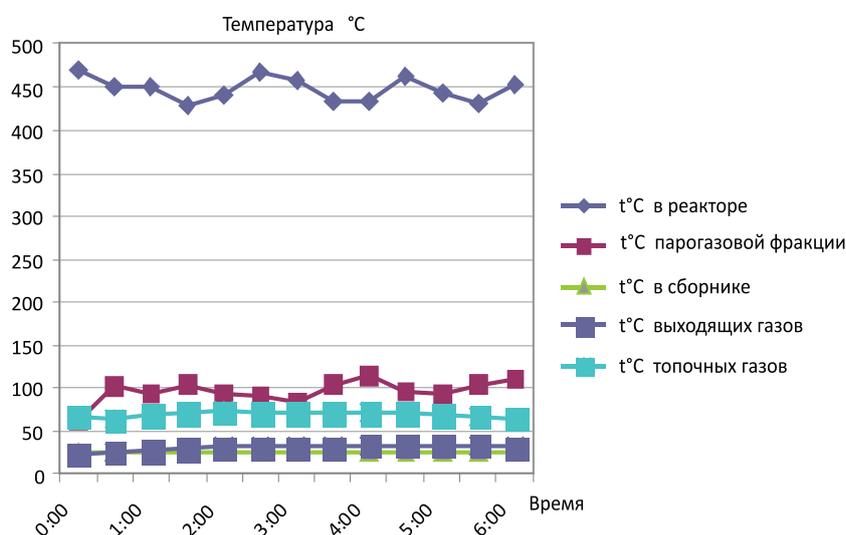


Рис. 3. Зависимость температур пиролиза от времени процесса

При выгрузке продуктов из пиролизной установки было замечено, что часть сырья осталась не переработанной (рис. 5).

Поэтому для исследования в лаборатории было взято несколько проб. Полученные результаты представлены в табл. 2.

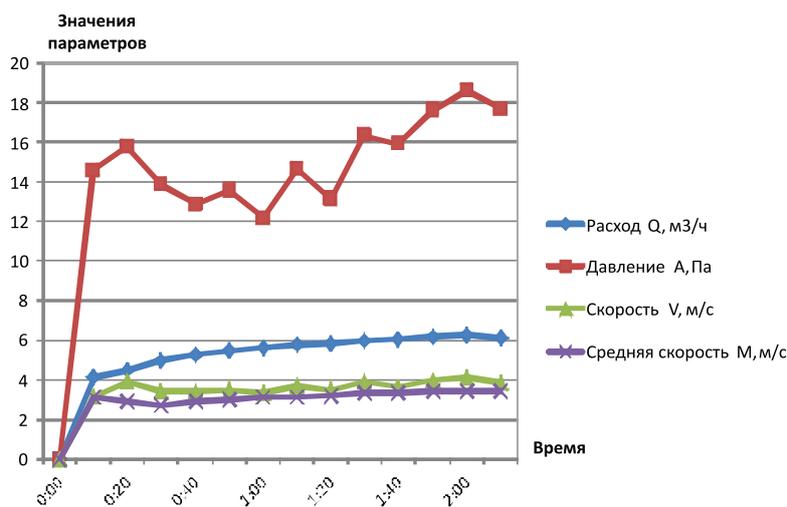


Рис. 4. Зависимость показаний ДМЦ от времени процесса

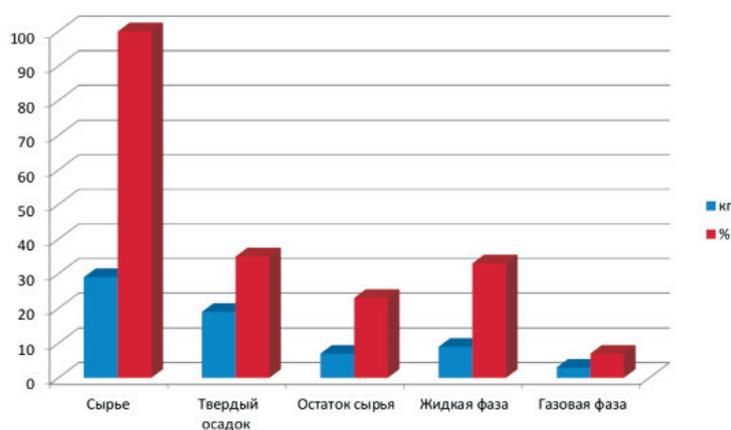


Рис. 5 Выход продуктов пиролиза отработанного кизельгура

Таблица 2

Данные лабораторного исследования

Материал	Масса исходная, г	Масса влаги		Органики (летучие)		Остаток (неорганика)	
		г	%	г	%	г	%
Отработанный кизельгур	1,37	0,97	70,8	0,07	5,1	0,33	24,1
Переработанный остаток	1,683	0,35	20,8	0,053	3,15	1,28	76,05
Не переработанный	2,047	1,06	51,8	0,09	4,38	0,897	43,82
Чистый кизельгур	0,3	0,1	33,3	0,05	16,7	0,15	50

Заключение

В переработанной части остатка доля сухо- остатка преобладает, по сравнению с чистым сырьем влаги в этом продукте намного меньше. Однако в не переработанном остатке, как и в исходном сырье, большую часть составляет влага.

Список литературы

1. Об экономической эффективности нового способа термической регенерации кизельгура / С.Т. Антипов, В.В. Пойманов, С.В. Шахов, Д.М. Визир // Финансы. Экономика. Стратегия. – 2010. – № 12. – С. 21-24.
2. Математическая модель процесса термической регенерации кизельгура / С.Т. Антипов, Д.М. Визир, А.В. Жучков, С.В. Шахов // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2012. – № 1. – С. 35-40.

3. Визир Д.М. Исследование свойств кизельгура как объекта термической регенерации // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2012. – № 1. – С. 7-9.

4. Антипов С.Т. Разработка энерго- и ресурсосберегающего способа термической обработки кизельгура / С.Т. Антипов, С.В. Шахов, Д.М. Визир // Современные энергосберегающие тепловые технологии (сушка и термовлажностная обработка материалов) СЭТТ-2011: сб. материалов IV междунар. науч.-практ. конф. – М.: Изд-во Моск. гос. агронинж. ун-та им. В.П. Горячкина, 2011. – Т. 1. – С. 262-264.

Работа представлена на Международную научную конференцию «Актуальные вопросы науки и образования», Россия (Москва), 21-23 мая 2012 г. Поступила в редакцию 22.06.2012.