

УДК 66.047

*Р. Ю. Банин\**

## ИССЛЕДОВАНИЕ АДГЕЗИИ ПОСЛЕСПИРТОВОЙ БАРДЫ К ТЕПЛОБМЕННЫМ ПОВЕРХНОСТЯМ

В настоящее время в России практически в каждом регионе и области существуют предприятия, на которых реализуется микробиологическое производство этилового спирта из зернового или другого сырья.

В производстве этилового спирта образуется большое количество отходов: послеспиртовая барда – главный отход; побочные продукты перегонки этилового спирта (лютерная вода, сивушное масло, головная фракция этилового спирта), газы брожения.

Наиболее проблемным отходом спиртового производства является послеспиртовая барда. На 1 дал ректифицированного спирта ее приходится порядка 0,12 м<sup>3</sup>.

На сегодняшний день наиболее распространенным способом утилизации барды является технология, включающая применение центрифуг, выпарных установок и сушилок.

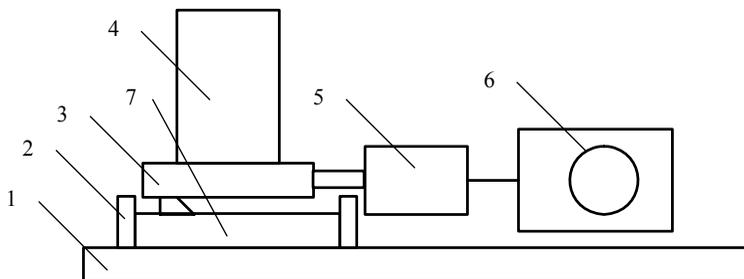
Главная проблема данной технологии заключается в быстром образовании отложений перерабатываемой барды на стенках теплообменной аппаратуры.

Выбор режима обработки жидкой барды для уменьшения величины адгезии отложений к поверхности и/или уменьшение скорости роста подобных отложений является весьма важной задачей. Для определения величины адгезии, получающейся при сушке жидкой послеспиртовой барды на подложках пленок, нами была разработана установка, реализующая модернизированный метод клина, представленная на рис. 1.

На подложке 7 происходит высушивание жидкой послеспиртовой барды при определенном режиме. Затем подложка с пленкой закрепляется на столе установки 1 с помощью фиксаторов 2. Специальным ножом производится выделение четырех полос на пленке. Первая полоса используется для ориентировочного выбора веса груза 4, прижимающего срезающий узел 3 к подложке.

---

\* Работа выполнена под руководством канд. техн. наук, доцента А. Н. Пахомова.



**Рис. 1. Схема установки для определения величины адгезии сухой пленки к подложке:**

1 – стол; 2 – фиксатор; 3 – срезающий узел; 4 – груз;  
5 – динамометр; 6 – привод; 7 – подложка

Проводится пробное снятие пленки с подложки с замером величин усилия среза пленки и трения ножа о подложку. Движение срезающего узла осуществляется с помощью привода 6. Замер усилий производится с помощью цифрового динамометра 5. Полученные значения адгезии для трех полос усредняются.

Разработанная установка показала надежные значения величины адгезии при сравнении их с данными адгезии пленок лакокрасочных материалов, определенных методом отслаивания по ГОСТ 15140–78. Материалы лакокрасочные. Методы определения адгезии.

Как показали наши измерения, величина скорости течения жидкой барды различного происхождения влияет на скорость роста толщины слоя твердого отложения, а также влияет на величину адгезии полученного отложения к поверхности.

Основное влияние на величину адгезии оказывает температура поверхности и происхождение жидкой барды.

Результаты полученных значений для кукурузной барды при варьировании температуры модельной поверхности представлены на рис. 2. Температуру модельной поверхности варьировали от 60 до 180 °С.

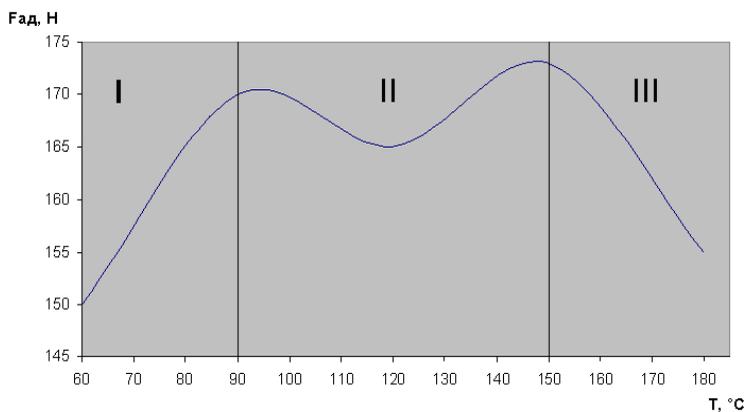
I – зона низких температур;

II – зона основных технологических режимов;

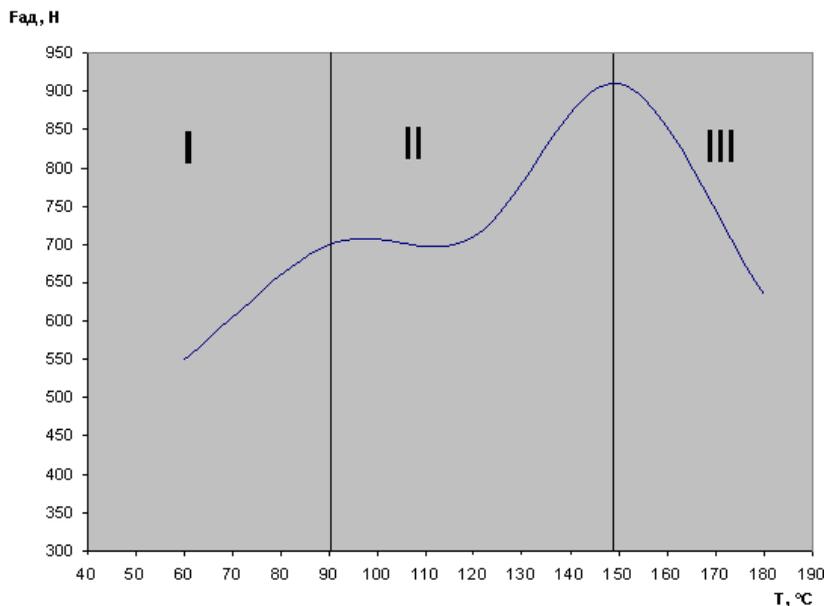
III – зона деструкции продукта.

Результаты полученных значений для зерновой барды при варьировании температуры модельной поверхности представлены на рис. 3. Температуру модельной поверхности варьировали от 60 до 180 °С.

Анализ полученных значений показывает, что величина адгезии для кукурузной барды меньше, чем у зерновой барды, в 2 – 6 раз. Увеличение температуры теплообменной поверхности приводит к увеличению величины адгезии в 1,3 – 3 раза.



**Рис. 2.** Зависимость силы адгезии  $F$  от температуры поверхности  $T$



**Рис. 3.** Зависимость силы адгезии  $F$  от температуры поверхности  $T$

В результате проведенных нами исследований разработана рекомендация по снижению отложений на стенках теплообменного оборудования на линии утилизации послеспиртовой барды: проводить тепловые процессы при переработке барды в температурном диапазоне

90...150 °С. Выявлено, что в данном интервале температур скорость образования отложений минимальна, что, как следствие, приводит к увеличению времени непрерывной работы линии утилизации. Благодаря этому уменьшается длительность очистных мероприятий на стадии переработки жидкой послеспиртовой барды, в свою очередь, это приводит к значительному уменьшению использования оборотной воды на предприятии. Снижение нагрузки на очистные сооружения определяет тенденцию по сокращению общего количества сточных вод от работы завода в целом.

### **Список литературы**

1. *Экспериментальные* исследования свойств жидкой послеспиртовой барды / Ю. В. Пахомова, С. Ю. Слюняева, Т. А. Тришакова, Е. М. Сахарова ; под науч. ред. д-ра техн. наук, проф. Н. С. Попова // Наука и образование для устойчивого развития экономики, природы и общества : сб. докл. Международ. науч.-практ. конф. – В 4 т. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2013. – Т. 4. – С. 211–214.

2. *Пахомов, А. Н.* Возможности самоорганизации дисперсных систем при сушке на подложке / А. Н. Пахомов, Ю. В. Пахомова, Е. А. Ильин // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2012. – Т. 18, № 3. – С. 633 – 637.

3. *Анализ* свойств жидкой послеспиртовой барды / А. Н. Пахомов, Р. Ю. Банин, И. Г. Елисеева, Е. А. Черных // Наука в центральной России. – 2013. – № 2. – С. 57 – 61.

*Кафедра «Технологические процессы, аппараты и техносферная безопасность» ФГБОУ ВПО «ТГТУ»*