

**УДК 628.475:662.6/9****Д.В. СТАЛИНСКИЙ**, докт. техн. наук, профессор, генеральный директор,**А.Л. СКОРОМНЫЙ**, заместитель директора структурного подразделения,**Т.А. АНДРЕЕВА**, канд. экон. наук, старший научный сотрудник, **Р.А. ПЕРЕТАТЬКО**, младший научный сотрудник

Государственное предприятие «Украинский научно-технический центр металлургической промышленности «Энергосталь» (ГП «УкрНТЦ «Энергосталь»), г. Харьков

А.М. СИНОЗАЦКИЙ, директор

ЧНПП «Фантомаш», г. Сарны

ВЛИЯНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ РЕАКТОРА И ВИДА СЫРЬЯ НА ИЗМЕНЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КОМПЛЕКСА ТЕРМОХИМИЧЕСКОЙ ДЕСТРУКЦИИ

Проведен анализ изменения экономических показателей комплекса термохимической деструкции при изменении производительности реактора и вида сырья (изношенные автомобильные шины легковых и грузовых автомобилей, резиносодержащие отходы) с помощью программного обеспечения «Термохимическая деструкция ИАШ и РСО».

Ключевые слова: термохимическая деструкция, производительность, реактор, сырье, изношенные автомобильные шины, резиносодержащие отходы, технико-экономические показатели, рентабельность.

Комплекс термохимической деструкции (далее – комплекс ТХД), разработанный ГП «УкрНТЦ «Энергосталь» и ЧНПП «Фантомаш», служит для переработки и утилизации изношенных автомобильных шин (ИАШ) легковых и грузовых автомобилей, а также резиносодержащих отходов (РСО). В основу предложенной технологии утилизации отходов положен метод ТХД, суть которого заключается в разложении исходного сырья при одновременном химическом и температурном воздействии в бескислородной восстановительной среде.

В процессе утилизации ИАШ и РСО образуются альтернативные виды топлива: аналог каменного угля (твердый углеродсодержащий остаток), топлива печного бытового ТУ 38.101656-87 (жидкие углеводороды), топливный газ и небольшое количество металлолома (металлокорд). Полученные альтернативные виды топлива и металлолом реализуются в виде товарной продукции, кроме того, сопутный продукт процесса ТХД – топливный газ – используется для частичного энергообеспечения процесса ТХД, что способствует экономии электроэнергии и увеличивает коммерческую привлекательность комплекса.

Состав оборудования комплекса ТХД и его технические характеристики зависят от вида сырья, его объемов, наличия источников энергии. Так, при утилизации ИАШ грузовых автомобилей необходимо дополнительно в состав оборудования комплекса включить борторезный станок и магнитный сепаратор, предусмотренный

для извлечения металлокорда. Состав оборудования комплекса ТХД и последовательность операций при его работе подробно описаны [1, 2].

На территориях, где ежегодно скапливается около 1,5 тыс. т ИАШ легковых автомобилей, целесообразно строительство комплекса ТХД с реактором производительностью переработки сырья 500 кг/час и двухсменной работой (6 часов в смену).

С целью определения оптимальных характеристик оборудования и рациональных условий эксплуатации комплекса разработана методика расчета основных технических параметров оборудования и технико-экономических показателей работы комплекса ТХД (далее – Методика) [3], на основе которой (с целью автоматизации расчета) – программное обеспечение (ПО) «Термохимическая деструкция ИАШ и РСО» [4].

Основой комплекса ТХД является реактор, в котором непосредственно осуществляется термохимическая деструкция. Реактор может работать в двух режимах: режим № 1 – нагрев сырья в реакторе осуществляется только за счет трубчатых электронагревателей (ТЭН); режим № 2 – до образования топливного газа теплота подводится всеми ТЭНами, затем на нагрев используется топливный газ, получаемый в процессе ТХД, и часть ТЭНов отключается.

С помощью разработанного ПО проведено исследование влияния производительности реактора ТХД и

вида загружаемого в него сырья на изменение экономических показателей работы комплекса: себестоимость, прибыль и рентабельность работы комплекса ТХД, величина капитальных вложений для его создания и ввода в эксплуатацию, окупаемость.

В разработанной Методике предложено рассчитывать коэффициент рентабельности продаж (R , %) как показателя эффективности производственной и коммерческой деятельности по формуле

$$R = \frac{Pr_c}{D} \cdot 100, \quad (1)$$

где Pr_c – чистая прибыль (после налогообложения), грн/год;

D – общий доход от реализации конечных продуктов, грн/год.

Расчеты технико-экономических показателей комплекса ТХД проведены по всем видам предполагаемого сырья: шины легковых (далее – легковые ИАШ) и грузовых (далее грузовые ИАШ) автомобилей, а также резиносодержащие отходы. Для каждого вида сырья рассматривался режим работы комплекса ТХД № 2. Фиксируя вид сырья, изменяли производительность переработки его в реакторе от 100 до 1000 кг/час (с шагом 100 кг/час),

при этом для каждой величины производительности переработки сырья в реакторе рассматривалась работа комплекса ТХД в 1, 2 и 3 смены (смена – 6 часов).

Результаты расчетов рентабельности продаж товарных топлива и металлолома представлены на рис. 1.

Коэффициент рентабельности продаж характеризует эффективность производственной и коммерческой деятельности данного комплекса и показывает, какова чистая прибыль предприятия с гривны продаж.

Анализ данных, полученных в результате расчетов, показал, что при переработке сырья с производительностью 300 кг/час и односменном режиме работы рентабельность комплекса будет равняться нулю. Однако с увеличением количества смен (при такой же производительности) рентабельность будет расти: 6,9–16,9 % – для двухсменной работы и 12,8–23,2 % – для трехсменной (большие значения соответствуют переработке легковых ИАШ, меньшие – резиносодержащих отходов).

Рентабельность комплекса увеличивается и с ростом производительности реактора. При переработке 800–1000 кг/час и 2-, 3-сменной работе значение рентабельности – 31,2–37,2 % для РСО, 37,3–43,1 % – для грузовых ИАШ и 41,1–47,0 % – для легковых ИАШ. При этом наибольшая рентабельность комплекса харак-

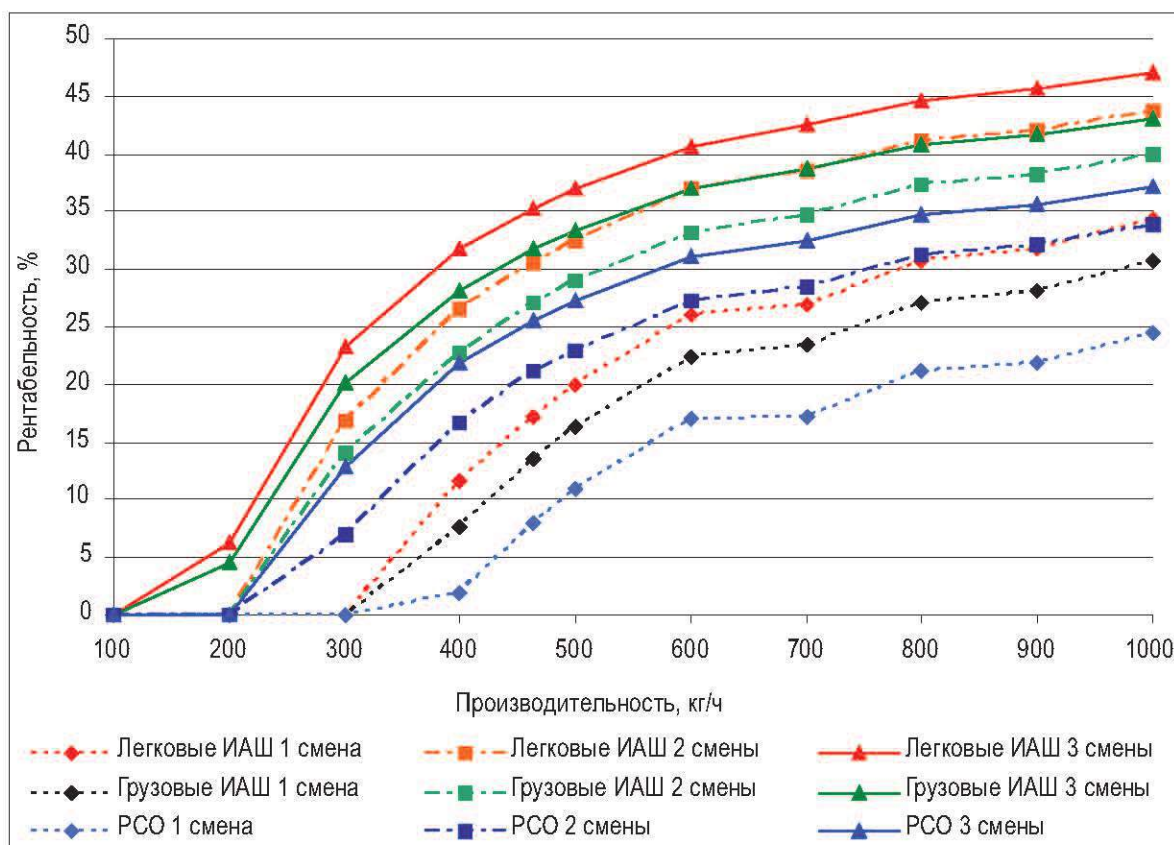


Рисунок 1 – Изменение рентабельности комплекса ТХД при изменении вида сырья, количества смен работы и производительности реактора по переработке шин



терна при использовании в виде сырья шин легковых автомобилей.

При увеличении производительности реактора (установки) растут капитальные затраты на создание комплекса ТХД и его эксплуатацию (эксплуатационные затраты).

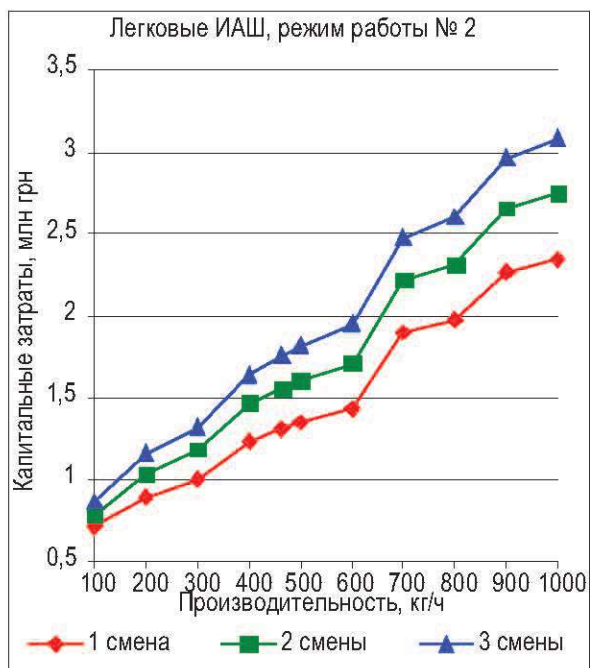
В капитальные затраты, по Методике, включены затраты на строительство комплекса и бытового помещения для персонала, разработку технологического задания, конструкторской документации, выполнение проектных работ, изготовление нестандартного и закупку стандартного оборудования, а также на авторский надзор, шефмонтаж и пусконаладочные работы.

Так, для трехсменной работы комплекса ТХД ИАШ при производительности переработки сырья, изменяющейся в интервале 700–1000 кг/час, капитальные затраты изменяются от 2,6 до 3,1 млн грн, а при производительности 400–600 кг/час – от 1,8 до 2,3 млн грн (рис. 2 а). Наибольшие капитальные затраты – при переработке грузовых ИАШ (рис. 2 б), большие габариты которых, как отмечено выше, требуют дополнительного оборудования, в частности, для предварительного измельчения необходим борторезный станок. Капитальные затраты при строительстве комплекса ТХД, использующего в качестве сырья легковые ИАШ и/или резиносодержащие отходы, практически одинаковы для всех рассмотренных значений производительности реактора.

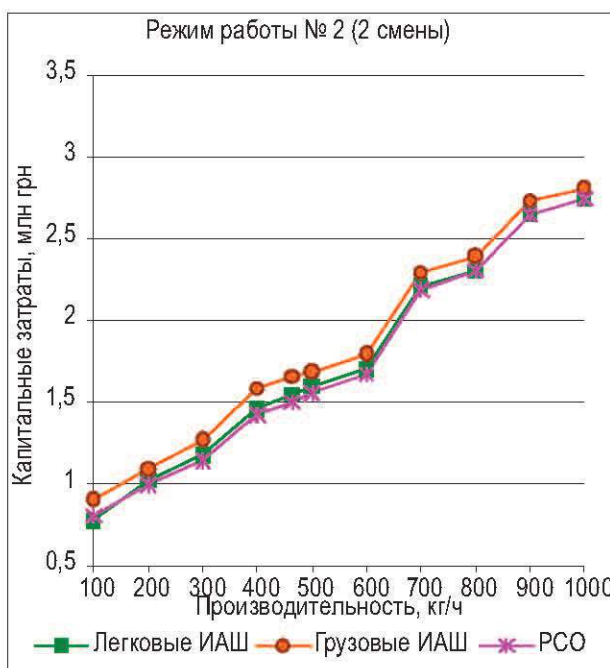
К эксплуатационным затратам в Методике отнесены затраты на использование электроэнергии и технической воды, амортизационные отчисления (10 % от капитальных затрат), затраты на ремонт и обслуживание оборудования, заработную плату работникам комплекса (в среднем 2,5 тыс. грн), прочие затраты (10 тыс. грн). На рис. 3 а приведены эксплуатационные затраты комплекса ТХД при использовании в качестве сырья ИАШ легковых автомобилей. Эксплуатационные затраты изменяются от 0,363 млн грн/год (при производительности 100 кг/час и односменной работе) до 1,824 млн грн/год (при производительности 1000 кг/час и трехсменной работе комплекса). Увеличение производительности реактора и времени его работы за день влечет за собой увеличение абсолютного расхода электроэнергии и воды, используемых в процессе ТХД, а также затраты на оплату труда работникам комплекса.

Эксплуатационные затраты при низкой производительности реактора для различных видов перерабатываемого сырья (рис. 3 б) практически одинаковы и составляют ~ 0,37 млн грн/год. При увеличении производительности комплекса до 700–1000 кг/т наиболее экономичным сырьем для переработки являются легковые ИАШ, эксплуатационные затраты в процессе переработки которых меньше, чем при использовании грузовых ИАШ и резиносодержащих отходов на 0,24–0,35 млн грн/год.

С увеличением производительности установки ТХД увеличивается годовая потребность в сырье. Так, для



а



б

Рисунок 2 – Изменение капитальных затрат на создание и ввод в эксплуатацию комплекса ТХД:

а – при изменении сменности работы; б – при изменении сырья

трехсменной работы комплекса ТХД ИАШ при производительности переработки сырья, изменяющейся в интервале 700–1000 кг/час, годовая потребность в нем изменяется от 2772 до 3961 т, а для производительности 400–600 кг/час – 1583–2375 т.

Себестоимость переработки сырья представлена на рис. 4. При высокой производительности комплекса (700–1000 кг/час) себестоимость составляет

500–800 грн/т. Наибольшая себестоимость переработки для любого вида сырья будет при односменном режиме работы. При увеличении количества смен и производительности установки увеличиваются и эксплуатационные, и капитальные затраты комплекса ТХД. Однако при этом также увеличивается и выход конечных продуктов, а следовательно, и прибыль от их реализации (рис. 5), что приводит к снижению себестоимости переработки.

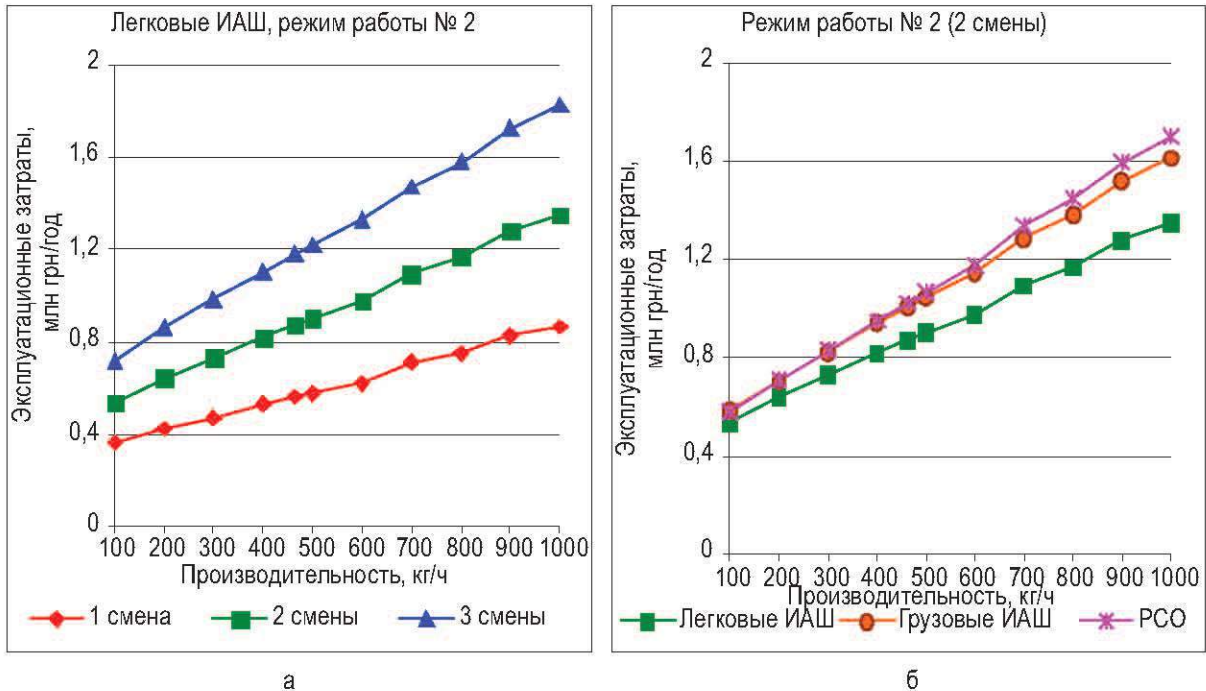


Рисунок 3 – Эксплуатационные затраты комплекса ТХД при использовании в качестве сырья ИАШ легковых автомобилей: а – при изменении сменности работы; б – при изменении сырья

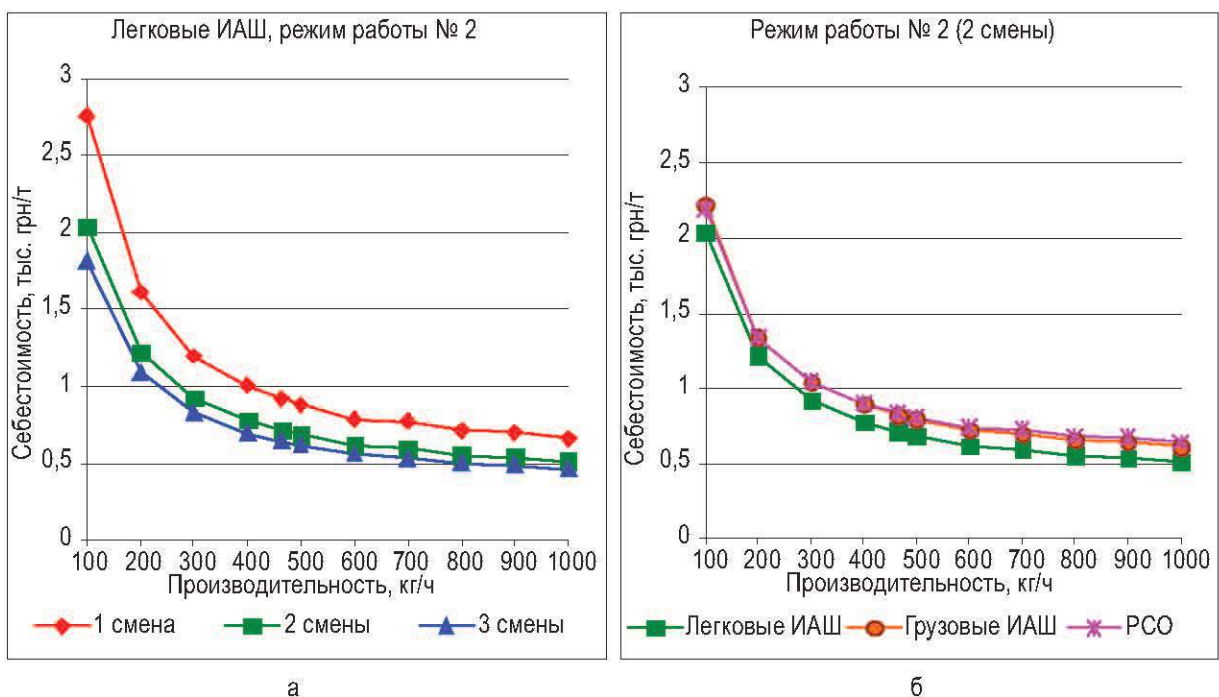


Рисунок 4 – Себестоимость переработки ИАШ: а – при изменении сменности работы; б – при изменении сырья

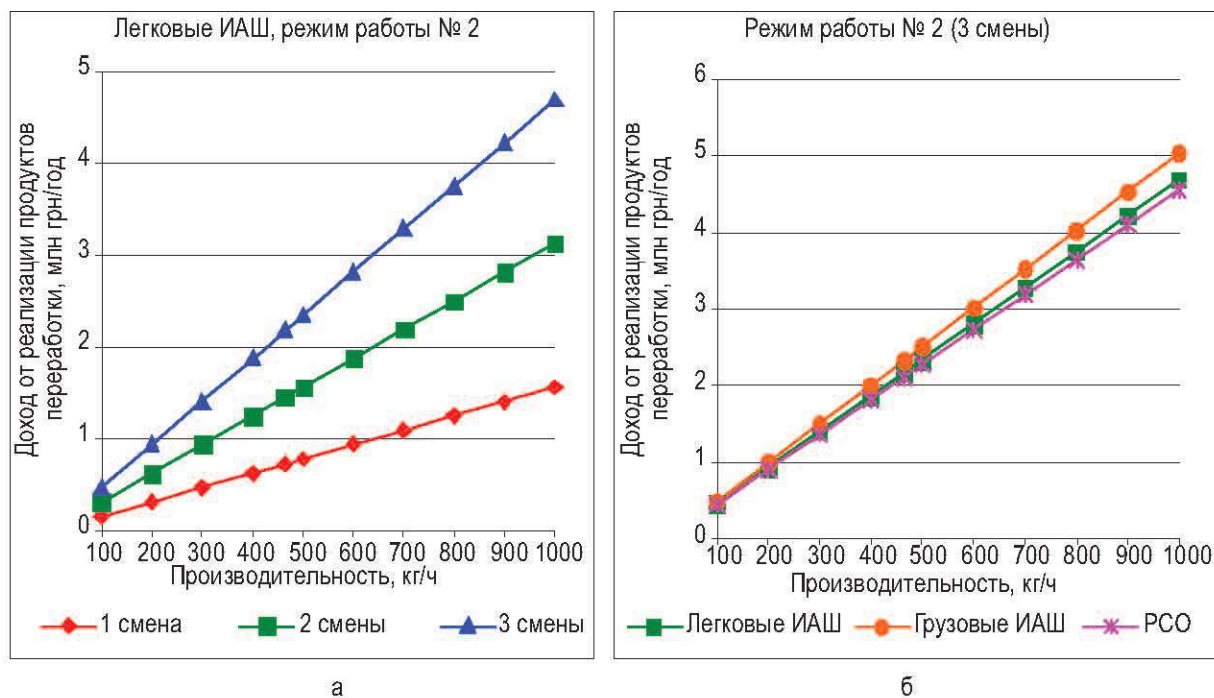


Рисунок 5 – Доход от реализации продуктов переработки комплекса ТХД:

а – при изменении сменности работы; б – при изменении вида сырья

При производительности установки ТХД от 500 кг/час себестоимость переработки шин легковых автомобилей при 2- и 3-сменной работе отличается на 50–60 грн – наименьшая себестоимость переработки легковых ИАШ (рис. 4б), что является следствием наименьших эксплуатационных затрат при работе комплекса с этим видом сырья.

При работе комплекса, как отмечено выше, образуются ликвидные топливные энергоресурсы. С ростом производительности по переработке сырья, естественно, увеличивается выход конечных продуктов и доход от их реализации (рис. 5). Наибольший доход – при реализации продуктов от утилизации грузовых ИАШ (более 5 млн грн при максимальной производительности установки), так как в этом случае в качестве ликвидных продуктов в наличии металлический корд, который реализуется как металлолом.

ВЫВОДЫ

С помощью разработанной методики и программного обеспечения возможно подобрать параметры комплекса ТХД для получения оптимальных характеристик его работы. Полученные с помощью ПО результаты позволяют сделать выводы, что наибольшую рентабельность будет иметь комплекс ТХД при утилизации ИАШ легковых автомобилей. Для увеличения прибыли, получаемой при работе комплекса, и, соответственно, производственной и коммерческой эффективности данного

проекта целесообразно увеличивать время работы реактора (количество смен) и его производительность, что влечет за собой увеличение капитальных затрат на строительство комплекса и его эксплуатацию. Однако увеличивающийся при этом объем производства конечных продуктов, соответственно, увеличит прибыль предприятия от их реализации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Сталинский, Д.В.** Получение альтернативных видов топлива из резиносодержащих отходов / Д. В. Сталинский, А. Л. Скоромный, А. М. Синозацкий // Экология и промышленность. – 2009. – № 2. – С. 8–12.
2. **Сталинский, Д.В.** Информационное обеспечение расчета технико-экономических показателей комплекса для утилизации изношенных автомобильных шин методом термохимической деструкции / Д. В. Сталинский, А. Л. Скоромный, Т.А. Андреева, А. М. Синозацкий // Казантип-ЭКО-2011. Инновационные пути решения актуальных проблем базовых отраслей, экологии, энерго- и ресурсосбережения : сб. тр. XIX Междунар. науч.-практ. конф., 6–10 июня 2011 г., г. Щелкино, АР Крым : в 3-х т. Т. 2 / УкрГНТЦ «Энергосталь». – Х. : НТМТ, 2011. – С. 144–151.
3. Свидетельство о регистрации авт. права 40445 Украина. Научно-техническое произведение «Методика и пример расчета основных параметров оборудования комплекса термохимической деструкции изношенных автомобиль-

ных шин и резиносодержащих отходов» / Сталинский Д.В., Скоромный А.Л., Андреева Т.А. ; заявитель и правообладатель УкрГНТЦ «Энергосталь». – № 40724 ; заявл. 02.08.11 ; опубл. 12.10.11, Бюл. № 10. – 45 с.

4. Свидетельство о регистрации авт. права 40444 Украина. Компьютерная программа «Термохимическая деструк-

Проведено аналіз зміни економічних показників комплексу термохімічної деструкції при зміні продуктивності реактора і виду сировини (зношені автомобільні шини легкових, вантажних автомобілів, гумовмісні відходи) за допомогою програмного забезпечення «Термохімічна деструкція ЗАШТГБВ».

ция ИАШ и РСО» / Сталинский Д.В., Скоромный А.Л., Андреева Т.А. ; заявитель и правообладатель УкрГНТЦ «Энергосталь». – № 40723 ; заявл. 02.08.11 ; опубл. 12.10.11, Бюл. № 10. – 40 с.

Поступила в редакцию 10.04.2012

Changing of economic parameters of thermo-chemical destruction plant at changing reactor capacity and type of raw material [worn tires of cars, trucks, rubber waste] with using software «Thermo-chemical destruction of worn tires and rubber waste» is analyzed.