

В. П. Ставров, профессор; Л. Ю. Пшебельская, ассистент

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ НА ОСНОВЕ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ ТЕКСТИЛЯ И ПОЛИМЕРОВ

The urgency of a problem of processing of textile materials, taken from solid household waste products in a composition with secondary polymers, in competitive moulded products, which now in most cases disregarding are removed on polygon, is emphasized in this article. The necessary volume of investments on realization of the given innovational project is proved for the enterprises various structures. Costs of preparation and development of production, costs of carry, parameters of an economic efficiency settle up by the technique developed by authors. It is established, that in view of low cost of raw materials and compositions, efficiency of development of production in the greater measure depends from volume of production, a design of products and technical equipment of the enterprises.

Введение. В Республике Беларусь сложилась ситуация, при которой промышленные отходы термопластичных полимеров находят свое применение при вторичном рециклинге, однако отходы с загрязнением 50–60%, которые извлекаются из твердых бытовых отходов (ТБО), либо требуют большой технологической цепи переработки, что экономически невыгодно, либо используется на 10–20% как добавка в другие полимеры. Ввиду того, что предпосылок для существенного сокращения образования отходов в обозримом будущем не существует, актуальна проблема эффективности переработки (утилизации) сильно загрязненных, переувлажненных, неоднородных полимерных отходов – полипропиленовой (ПП) мешковины и текстиля в формованные изделия, которые в настоящее время в большинстве случаев без учета вывозятся на полигон.

К преимуществам проектов в данной области относятся: ненасыщенность как рынка потребления готовой продукции, так и рынка производственных мощностей; мало освоенный задел научных и промышленных разработок, сравнительно небольшие потребности в управлении предприятием после запуска производства, а также долговременные прогнозируемые экономические показатели.

Целью данной работы является установление условий экономической целесообразности и разработка методики предварительной оценки затрат, возникающих при переработке бытовых отходов текстиля и полимеров в изделия методом пласт-формования.

Основная часть. Производство изделий из композиций текстильных и полимерных отходов по методу пласт-формования включает: приготовление композиций путем совмещения текстильных и полимерных компонентов, их пластификацию и формообразование изделий. Предварительное изучение сырьевой базы дает основание сделать вывод о том, что в республике возможно промышленное производство данных изделий с годовым объемом производства до 500 т. Поставка сырья может обеспечи-

ваться предприятиями по сортировке бытовых отходов, строительными, сельскохозяйственными предприятиями, на которых образуются данные виды отходов.

Организация производства изделий должна также осуществляться с учетом особенностей сбора, технологии переработки названных видов исходного сырья, производственного потенциала, профиля предприятий, на которых будет осуществляться реализация проекта (таблица).

Таблица

**Потенциальные производители изделий
из отходов текстиля и полимеров**

Профиль предприятий	Продукция	Оснащение	Инвестиции, %
1. Переработка текстильных отходов	Волокнистые и нетканые материалы	Измельчители, ящипальные машины	80
2. Переработка полимерных отходов	Полуфабрикаты (гранулы) и изделия	Экструдеры	60–90
3. Производство изделий из полимерных материалов	Изделия конструкционного назначения	Экструдеры, прессы	50–80
4. Сбор бытовых отходов, потребители изделий, прочие	Отходы текстиля и полимеров	Линии сортировочные	100

Суммарные инвестиции на реализацию данного инновационного проекта включают в себя капитальные вложения для закупки необходимого оборудования, на формирование оборотных средств, на разработку и освоение производства изделий. Финансирование инвестиций будет осуществляться за счет средств заказчика и средств республиканского бюджета.

На основании данных предварительных экспериментов установлено, что из композиций, включающих волокна, извлекаемые из текстильных бытовых отходов и ПП-мешковины, могут быть изготовлены изделия относительно

относительно несложной конфигурации, преимущественно плоские, без повышенных требований к жесткости и прочности, к санитарно-гигиеническим свойствам и качеству поверхности, преимущественно темно-серого или черного цвета. Основная возможная продукция исходя из перечисленных выше общих требований – ограждения в складских или подсобных помещениях, производственных помещениях при наличии общей вентиляции, некоторые элементы конструкции транспортных средств, элементы обустройства территории, теплоизоляционные конструкции и т. п. Анализ получаемых продуктов подтверждает возможность их использования в промышленных масштабах и достаточно высокую потребительскую стоимость.

Минимально обоснованные расходы на разработку и постановку на производство изделий ($Z_{рп}$) авторами предлагается определять по формуле

$$Z_{рп} = Z_{кд} + Z_{тд} + Z_{кф} + Z_{иф} + Z_{от} + Z_{с},$$

где $Z_{кд}$, $Z_{тд}$ – затраты на конструкторскую и технологическую документацию; $Z_{кф}$, $Z_{иф}$ – затраты на разработку конструкции и изготовление формообразующей оснастки; $Z_{от}$ – затраты на отработку технологии; $Z_{с}$ – затраты на сертификацию продукции.

Затраты на конструкторскую и технологическую документацию зависят от ее объема N_k (в листах формата А1), сложности и оригинальности конструкции изделия. Они приближенно оцениваются как

$$Z_{кд}(Z_{тд}) = C_k \cdot N_k \cdot K_k,$$

где C_k – средняя стоимость разработки одного листа формата А1 (по статистике организации-разработчика); K_k – коэффициент, учитывающий сложность и оригинальность конструкции изделия.

Затраты на разработку конструкции формообразующей оснастки оцениваются по аналогичной схеме. При этом на основании статистических данных объем конструкторской документации (N_k) можно считать пропорциональным массе (M , кг) формуемого изделия:

$$Z_{кф} = C_k \cdot N_k \cdot K_k = C_k \cdot K_N \cdot M \cdot K_k,$$

где K_N – коэффициент пропорциональности, зависящий от типа изделия.

Стоимость изготовления формообразующей оснастки зависит от размеров изделия, числа составных частей и их сложности. Формообразующие и направляющие детали пресс-форм обычно изготавливают из качественной конструкционной и инструментальной стали. Пресс-формы для изготовления изделий из композиций текстильных и полимерных отходов по методу пласт-формования характеризуются невы-

сокими требованиями к точности и качеству поверхности.

Основным параметром, от которого зависит стоимость пресс-формы, является ее масса, поэтому затраты на ее изготовление приближенно можно представить как

$$Z_{иф} = M_{ф} \cdot C_{ст} \cdot K_m,$$

где $M_{ф}$ – масса пресс-формы; $C_{ст}$ – стоимость единицы массы стали; K_m – коэффициент сложности конструкции пресс-формы, зависящий от типа изделия.

Масса пресс-формы оценивается по размерам изделия:

$$M_{ф} = K_{ф} \cdot K_n \cdot A \cdot h \cdot \rho_{ст},$$

где $K_{ф}$ и K_n – коэффициенты, зависящие от типа и конструктивных особенностей изделия; A – площадь в плане; h – средняя толщина изделия; $\rho_{ст}$ – плотность стали.

Затраты на отработку технологии ($Z_{от}$) изготовления изделия и сертификацию ($Z_{с}$) учитываются отдельно или включаются в затраты $Z_{рп}$ путем соответствующего (с учетом статистических данных) увеличения коэффициента K_k . В единовременные затраты, связанные с разработкой и постановкой изделий на производство, оценочно включаются затраты на анализ потенциального рынка сбыта, патентно-информационные исследования и др.

Себестоимость ($C_{изг}$) производства изделий рассчитывали по следующей формуле:

$$C_{изг} = [C_m + C_t(1 + Z_{ц} + C_c) + C_3 + C_a] \cdot (1 + Z_3),$$

где C_m – стоимость материала (композиции); C_t – основная зарплата производственных рабочих; $Z_{ц}$ – коэффициент цеховых расходов (2,5); C_c – доля отчислений в фонд социального страхования; C_3 – энергозатраты; C_a – амортизационные отчисления; Z_3 – коэффициент общехозяйственных расходов, включающий затраты, связанные с реализацией (0,1).

Стоимость материала (композиции) (C_m), включаемая в себестоимость изделия, зависит от места производства изделий. На предприятия 1–2-й групп композиция может быть получена на месте, поэтому в себестоимость изделия включали цеховую себестоимость композиции. При расчете цены изделий, производимых в иных условиях, включали цену композиции.

Для приблизительной оценки себестоимости изделия помимо материальных затрат учитывали трудоемкость и энергоемкость производства изделия каждого типа. При оценке трудоемкости исходили из производительности процессов пластикации и формообразования. При этом производительность пластикации, зависящая, в первую очередь, от производителя экструдера-пластикатора, должна быть согла-

сована с производительностью формообразования, которая определяется, прежде всего, продолжительностью охлаждения изделия в форме, зависящей от температуры пластицированной композиции и формообразующей оснастки и от толщины изделия.

Трудоемкость (C_T) получения изделий методом пласт-формования примерно пропорциональна квадрату толщины изделия h (мм):

$$C_T = K_T \cdot C_3 \cdot h^2 / 3600,$$

где K_T – коэффициент, учитывающий продолжительность вспомогательных операций и принимаемый равным 3–5; C_3 – средняя часовая заработная плата рабочего-прессовщика.

При объеме производства изделий 50 т/год пригоден пластикатор с производительностью до 20 кг/ч, а при 500 т/год целесообразно использовать экструдер с производительностью не менее 150 кг/ч. В первом случае цикл производства изделий ограничивается производительностью пластикатора, а во втором – временем охлаждения. Для повышения производительности процесса во втором случае целесообразно оснащение прессы роторной или иной системой, в которой после смыкания формы охлаждение изделия происходит вне прессы. Это увеличивает стоимость технических средств, необходимых для стадии формообразования, но снижает трудоемкость изготовления изделий.

Удельные энергозатраты (C_3) в зависимости от типа пластикатора находятся в диапазоне от 0,5 до 1 кВт·ч/кг. Стоимость энергии на изготовление изделия методом пласт-формования обусловлена, в первую очередь, энергозатратами на пластикацию композиции, и потому оценивается по формуле

$$C_3 = C_{31} \cdot c_p \cdot T_p \cdot M / \eta_3,$$

где C_{31} – стоимость единицы энергии; c_p – удельная теплоемкость композиции; T_p – температура нагрева (прессования); M – масса заготовки; η_3 – коэффициент полезного действия пластикатора (0,1–0,2).

Величина амортизационных отчислений (C_a) при пласт-формовании зависит от стоимости экструдера-пластикатора и прессы (8%), других (специальных) средств технологического оснащения (12%), от размеров и стоимости производственных площадей (2%). Их относили на себестоимость изделий пропорционально годовому времени использования при изготовлении данного изделия.

Для оценки цены изделия использовали следующую приближенную формулу:

$$Ц = C_{изг} \cdot (1 + П) \cdot (1 + Н),$$

где $П$ – норма прибыли (0,2); $Н$ – доля налогов (0,2).

Себестоимость и цена изделия зависят от его конструкции, массы, толщины стенки, объемов производства. Рассматривали различные варианты номенклатуры изделий. Объемы производства варьировали в диапазоне от 50 до 500 т в год. Нижняя граница соответствует более низким инвестициям и гарантированной реализации продукции, но более высоким удельным затратам на ее производство, а верхняя – более низким удельным затратам, но более высоким инвестициям и проблемам с реализацией продукции.

Установлено, что ввиду невысокой стоимости исходного сырья и композиций, получаемых совмещением текстильных отходов и ПП-мешковины, эффективность освоения производства изделий в большей мере зависит от объема производства, конструкции осваиваемых изделий и от технической оснащенности предприятий.

При малых объемах производства освоение эффективно только на предприятиях, уже располагающих необходимым оборудованием. При этом дополнительные (помимо затрат на поисковые исследования) суммарные инвестиции не должны превышать 85 млн. руб. Из них до 20 млн. руб. – затраты из бюджета на разработку средств технологического оснащения.

На основании выполненных расчетов можно констатировать, что среди сравниваемых субъектов хозяйствования наименьшая удельная себестоимость производства формованных изделий из бытовых отходов полимеров и текстиля обеспечивается на предприятиях, занимающихся переработкой текстильных отходов (например, РУП «Бобруйский комбинат нетканых материалов») (1675 и 1918 руб./кг при 500 т и 50 т), цена с НДС при уровне рентабельности в 20% по данным предприятиям не превысит 3000 руб./кг.

С увеличением размеров изделий себестоимость и цена единицы массы, как и следовало ожидать, снижается, причем более низкие значения (себестоимость менее 2000 руб./кг) соответствуют большим объемам производства (рисунки).

Самые высокие удельные капитальные вложения (6312 и 1228 руб./кг) наблюдаются на предприятиях, где необходимо строительство производственных площадей и полная комплектация оборудования.

Наибольший объем чистой прибыли (259,4 и 32,7 млн. руб./год) и дополнительных поступлений в бюджет (291,6 и 37 млн. руб./год) при уровне рентабельности 20% обеспечивается на предприятиях по производству изделий из полимерных материалов. Это обусловлено наименьшими капитальными затратами производства изделий.

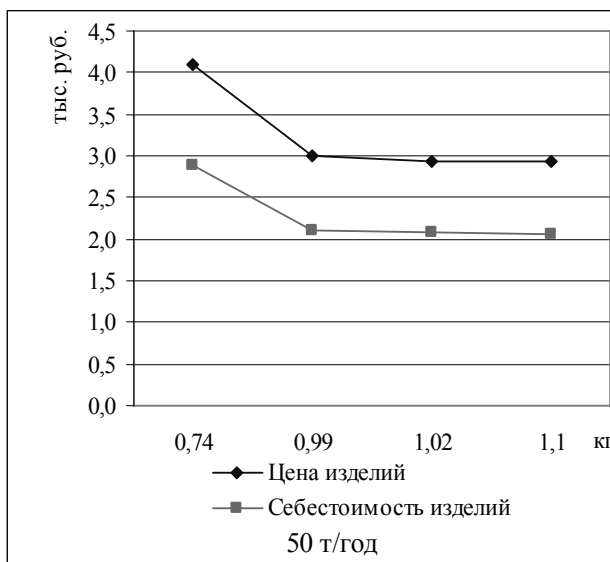
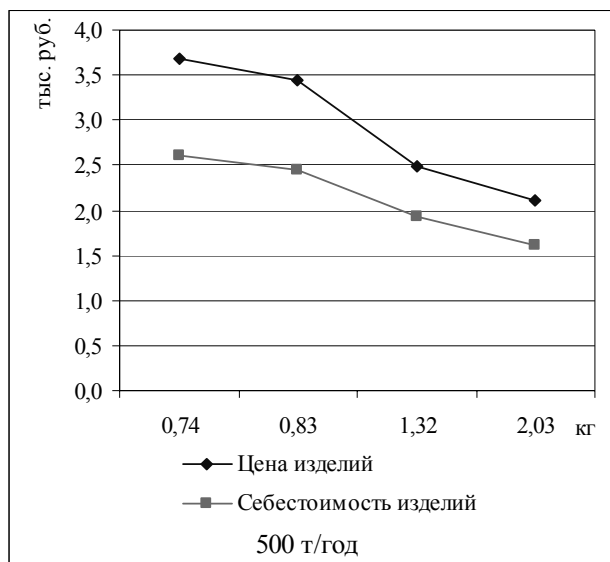


Рисунок. Зависимость себестоимости и цены от массы изделий и объемов производства

Значение чистого дисконтированного дохода свидетельствует о том, что проект целесообразно финансировать при реализации проекта на всех предприятиях и при различном объеме производства (принимает положительное значение на протяжении нормативного периода). Однако наибольшее значение чистого дисконтированного дохода обеспечивается на предприятиях по производству изделий из полимерных материалов (1486,3 и 188,1 млн. руб.).

Наибольшее значение внутренней нормы доходности обеспечивает проект на базе предприятий по производству изделий из полимерных материалов (156%), наименьшее — на предприятиях по сбору бытовых отходов, потребителей изделий, прочих инвесторов при объеме производства 50 т/год (14%).

Расчет дисконтированного периода возврата инвестиций показал, что возврат денежных средств происходит в пределах расчетного периода для предприятий первых 3-х групп — не более 2 лет, средств бюджета — не более 1,1 года даже при 50 т/год производства. Неприемлем для финансирования проект по данному показателю для предприятий 4-й группы (период возврата средств 6,25 лет при 50 т).

Заключение. Предприятия Республики Беларусь различного профиля и обладающие различной материально-технической базой способны обеспечить эффективную переработку отходов текстиля, извлекаемого из твердых бытовых отходов, в композиции с вторичными полимерами в конкурентоспособные из-

делия с годовым объемом производства от 50 до 500 т.

Наиболее экономически целесообразно производство изделий простой конструкции массой до двух килограмм (при снижении затрат с ростом объема выпуска). На размер себестоимости продукции оказывает также большое влияние техническая оснащенность предприятия (уровень накладных расходов составляет около 40%).

Реализация проекта приведет к росту чистой прибыли предприятий от 34 до 259 млн. руб. в год и обеспечит более высокие выплаты в бюджет Республики Беларусь. Кроме того, внедрение проекта позволит создать новые рабочие места с высокой производительностью труда.

При этом для обеспечения возврата денежных средств с учетом фактора времени в пределах нормативного срока службы ведущего оборудования рентабельность производства изделий должна составлять не менее 15%.

Дополнительным преимуществом проекта является тот фактор, что его осуществление позволит снизить затраты на утилизацию отходов производства и в определенной степени решить проблему экономии дефицитных отечественных и импортных первичных материальных ресурсов. Необходимо отметить, что проект носит ярко выраженный социальный характер и должен рассматриваться не только с позиции экономической эффективности, но и общественной значимости.

Исследования выполнены по заданию 4.3 ГНТП «Ресурсосбережение – 2010».