

## ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ СЕПАРАЦИОННЫХ УСТРОЙСТВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ С ПОКРАСОЧНЫМИ КАМЕРАМИ\*

© 2020 В.Э. Зинуров, А.Р. Галимова\*\*

Произведена оценка экономической эффективности внедрения сепарационных устройств на предприятиях с покрасочными камерами. Предлагается интегрировать сепарационные устройства в линию подготовки воздушных потоков покрасочных камер перед фильтрами тонкой очистки для повышения их эксплуатационного срока службы. Прогнозируется, что применение сепарационных устройств в качестве предварительной ступени очистки газовых потоков от мелкодисперсных частиц перед тканевыми фильтрами позволит увеличить их эксплуатационный срок службы в 1,5 раза. Актуальность темы заключается в том, что расчет экономической целесообразности внедрения сепарационных устройств на предприятии является важным процессом, позволяющим предотвратить излишние финансовые затраты предприятия и обеспечить его устойчивое развитие в целом. Оценка интеграции сепарационных устройств осуществлялась на основе следующих показателей: чистый дисконтированный доход, индекс доходности и дисконтированный срок окупаемости проекта. Рассмотрены основные затраты, влияющие на расчет оценки экономической эффективности внедрения сепарационных устройств на предприятиях с покрасочными камерами. Проведенная оценка экономической эффективности внедрения сепарационных устройств на предприятиях с покрасочными камерами продемонстрировала, что данное мероприятие является экономически выгодным.

**Ключевые слова:** сепарационное устройство, экономическая эффективность, экономическая целесообразность, чистый дисконтированный доход, дисконтирование денежных потоков, индекс доходности, срок окупаемости, внедрение устройства.

### **Основные положения:**

- ♦ произведена оценка экономической эффективности интеграции сепарационных устройств в технологическую линию предприятия с покрасочными камерами на основе следующих показателей: чистый дисконтированный доход, индекс доходности и дисконтированный срок окупаемости проекта;
- ♦ рассмотрены способы уменьшения дисконтированного срока окупаемости проекта и увеличения индекса доходности;
- ♦ исследовано изменение чистого дисконтированного дохода проекта при различной эффективности сепарационных устройств.

### **Введение**

Основными задачами любого развивающегося предприятия являются получение максимально возможной прибыли и ее увеличение, создание качественной продукции и обеспечение ею потребителей, повышение эффективности и производительности производства и др.<sup>1</sup> Наиболее рациональным решением служит внедрение новых технологий, технических устройств и аппаратов, позволяющих интенсифицировать производственные процессы, что позитивно отразится на работе всего предприятия. Однако при внедрении

новых технологий на предприятиях всегда имеется риск отрицательного или минимального эффекта, несопоставимого с затраченными средствами<sup>2</sup>. Кроме того, перед отделами закупок зачастую встает вопрос, какое оборудование приобрести и установить: более дорогое, но высококачественное и эффективное, или более дешевое, но, соответственно, уступающее по своим характеристикам более дорогим аналогам<sup>3</sup>. Поэтому при интеграции в технологические линии предприятий инновационных устройств и аппаратов необходимо выполнение качественного

\* Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента РФ № МК-616.2020.8.

\*\* Зинуров Вадим Эдуардович, аспирант. E-mail: vadd\_93@mail.ru; Галимова Алсу Рузилевна, студент. E-mail: galimovaar00@mail.ru. - Казанский государственный энергетический университет.

расчета, отображающего экономическую целесообразность данного мероприятия<sup>4</sup>.

Обозначенная проблема актуальна и для предприятий с покрасочными камерами. В частности, технологический процесс покраски различных композитных материалов заключается в предварительной тщательной очистке воздушных потоков от механических примесей. Этот процесс, как правило, реализуется в 2 этапа: грубая и тонкодисперсная очистка. Названные этапы осуществляются на различных участках линии подачи воздуха в покрасочные камеры в зависимости от расположения воздухопроводов и иных особенностей предприятий. Грубая очистка позволяет удалить из воздушных потоков крупно- и среднелдисперсные частицы механических примесей<sup>5</sup>. Аппараты грубой очистки являются относительно простыми и долговечными, не требующими больших финансовых вложений<sup>6</sup>. Тонкодисперсная очистка предполагает удаление из воздушных потоков мелкодисперсных частиц, размер которых, как правило, составляет менее 10 мкм<sup>7</sup>. Для этого используются различные тканевые фильтры. Несмотря на их высокую эффективность и надежность, к недостаткам причисляют относительно быструю изнашиваемость, что требует их периодической замены. Таким образом, задача увеличения их эксплуатационного срока службы является актуальной для предприятий с покрасочными камерами, так как это позволит снизить постоянные финансовые затраты на закупку и замену тканевых фильтров и сократить время простоя покрасочных камер при замене старых фильтров на новые.

Нами было разработано сепарационное устройство<sup>8</sup>, представляющее собой компактный прямоугольный блок, внутри которого располагается несколько рядов сепарационных элементов, позволяющее улавливать частицы пыли механических примесей, в том числе мелкодисперсные, размером 1-10 мкм<sup>9</sup>. Проведенные ранее исследования показали, что улавливание частиц размером более 10 мкм осуществляется с эффективностью выше 99%, менее 10 мкм - с эффективностью не менее 50%<sup>10</sup>. Данное устройство предлагается интегрировать в линию подготовки воздушных потоков покрасочных камер перед фильтрами тонкой очистки для увеличения их срока службы<sup>11</sup>. Как отмечалось ра-

нее, закупка и внедрение новых аппаратов и устройств всегда несут экономические риски. Вследствие этого целью настоящей работы является проведение оценки экономической эффективности внедрения сепарационных устройств на предприятиях с покрасочными камерами.

### Методы

Оценка экономической эффективности интеграции сепарационных устройств в технологическую линию предприятия с покрасочными камерами производилась на основе следующих показателей: чистый дисконтированный доход (ЧДД, или NPV - Net Present Value), индекс доходности (рентабельности) и дисконтированный срок окупаемости проекта<sup>12</sup>. Следует отметить, что, с одной стороны, представленные показатели являются ориентировочными, так как позволяют подвести итоги экономической эффективности планируемого мероприятия по интеграции сепарационных устройств в технологическую линию; с другой стороны - фактическими, так как позволяют произвести оценку текущей ситуации на предприятии, результатами которой служат выявление излишних расходов и их анализ<sup>13</sup>.

Чистый дисконтированный доход характеризует эффективность вложенных в проект инвестиций, т.е. показывает разность между приведенным результатом и приведенными затратами<sup>14</sup>. Подчеркнем, что через определенные промежутки времени ценность денежных средств изменяется вследствие инфляции и иных факторов, поэтому для осуществления достоверного расчета необходимо за начало отсчета реализации проекта выбрать текущий момент времени и все последующие финансовые поступления привести к текущему периоду<sup>15</sup>. Для этого производится расчет коэффициента дисконтирования ( $K_d$ ) по формуле:

$$K_d = \frac{1}{(1+r)^t}, \quad (1)$$

где  $r$  - ставка дисконтирования;

$t$  - промежуток времени, для которого определяется коэффициент дисконтирования (год).

Величина расчетной ставки дисконтирования ( $r$ ) позволяет оценить доходность бу-

дущих инвестиций. Как правило, в российских промышленных инвестиционных проектах ставка дисконтирования имеет значение от 10% до 40%. Примем в расчетах ставку дисконтирования, равную 10%, т.е.  $r = 0,1$ .

Для приведения стоимости ожидаемых денежных платежей к текущему моменту времени производят дисконтирование денежных потоков, которое вычисляется по следующему выражению:

$$DCF = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t}, \quad (2)$$

где  $CF_t$  - финансовые потоки в год, руб.

Расчет показателя ЧДД ( $NPV$ ) производится по формуле:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t} - |IC|, \quad (3)$$

где  $IC$  - первоначальные затраты (инвестиции), т.е. планируемые вложения в реализацию проекта, руб.

Индекс доходности ( $PI$ ), характеризующий эффективность инвестиций, вычисляется так:

$$PI = \frac{NPV + |IC|}{|IC|}. \quad (4)$$

Дисконтированный срок окупаемости проекта ( $DPP$ ) по интеграции сепарационных устройств в технологическую линию предприятия с покрасочными камерами рассчитывается по следующему выражению:

$$DPP = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t} \geq IC. \quad (5)$$

### Результаты

Рассмотрим основные затраты, влияющие на расчет оценки экономической эффективности внедрения сепарационных устройств на предприятиях с покрасочными камерами. Для

этого сперва необходимо рассчитать инвестиционный бюджет, который требуется на финансирование проекта предприятием. В данном случае инвестиционный бюджет состоит из следующих инвестиционных издержек: материальные затраты на изготовление сепарационных устройств, амортизационные отчисления, накладные расходы и пр. Таким образом, совокупность затрат на реализацию проекта будет определяться по формуле:

$$K = K_{mat} + K_a + K_n + K_{пр}, \quad (6)$$

где  $K_{mat}$  - материальные затраты, руб.;  
 $K_a$  - амортизационные отчисления, руб.;  
 $K_n$  - накладные расходы, руб.;  
 $K_{пр}$  - прочие расходы, руб.

1. Материальные затраты на изготовление одного сепарационного устройства составляют 20 000 руб. Стоимость отдельных элементов представлена в табл. 1. Следует отметить, что сборка и разборка данного устройства может осуществляться внутренними работниками предприятия, что позволит уменьшить финансовые затраты на монтажные работы. Также было установлено, что в среднем для 1 покрасочной камеры необходимо 4 сепарационных устройства. Более точное количество для конкретного предприятия определяется в зависимости от разветвлений воздуховода, подведенного к покрасочной камере. Таким образом, суммарные материальные затраты ( $K_{mat}$ ) будут составлять 80 000 руб.

2. Формирование амортизационного фонда в виде материальных средств, которые предназначены для ремонта и замены изношенных и поврежденных элементов сепарационных устройств. Расчет амортизационных отчислений осуществлялся линейным методом. Отметим, что данный подход является наиболее распространенным в налоговом и бухгалтерском учете РФ. Суть подхода заключается в следующем: через равные проме-

Таблица 1

#### Стоимость отдельных элементов одного сепарационного устройства

№ п/п	Элемент устройства	Количество позиций	Стоимость, руб.
1	Корпус устройства	1	6000
2	Гайка	8	2000
3	Шпилька	4	2000
4	Пластина	4	4000
5	Поперечная пластина	8	6000

Таблица 2

Начисление амортизации линейным способом

Срок полезного использования, лет	Остаточная стоимость на начало года, руб.	Норма амортизации, %	Сумма годовых амортизационных отчислений, руб.	Балансовая стоимость, руб.
1	80 000	10	8000	72 000
2	72 000	10	8000	64 000
3	64 000	10	8000	56 000
4	56 000	10	8000	48 000
5	48 000	10	8000	40 000
6	40 000	10	8000	32 000
7	32 000	10	8000	24 000
8	24 000	10	8000	16 000
9	16 000	10	8000	8000
10	8000	10	8000	0

жутки времени (например, ежегодно или ежемесячно) амортизируется равная доля стоимости сепарационных устройств на протяжении всего срока их эксплуатации. В данном расчете примем, что амортизационные отчисления происходят ежегодно. Тогда формула, позволяющая определить ежегодную сумму амортизации  $A_{год}$  будет иметь вид:

$$A_{год} = \frac{C_n H_a}{100\%}, \quad (7)$$

где  $C_n$  - первоначальная стоимость устройства, руб.;

$H_a$  - норма амортизации, %.

При этом норма амортизации рассчитается по следующему выражению:

$$H_a = \frac{1}{N} 100\%, \quad (8)$$

где  $N$  - срок полезного использования сепарационного устройства, лет.

Учитывая конструктивные особенности сепарационного устройства (простоту конструкции, отсутствие подвижных механических элементов и др.), примем за срок полезного использования ( $N$ ) 10 лет. Тогда, по формулам (7)-(8), норма амортизации и ежегодная сумма амортизации будут составлять 10% и 8000 руб., соответственно. Общее формирование амортизационного фонда представлено в табл. 2.

3. Расчет накладных расходов проводится путем выявления дополнительных затрат предприятия и их суммирования. К накладным расходам при внедрении и использовании сепарационных устройств в технологической линии предприятия с покрасочными

камерами относятся затраты на прибавку к заработной плате работников, осуществляющих монтажные работы и обслуживающих данные устройства, и на оборудование рабочих мест. Накладные расходы ( $K_n$ ) принимаются в размере 10 000 руб.

4. Прочие расходы, как правило, составляют около 10% от материальных затрат проекта. Это расходы, которые не вошли в ранее составленную смету. Зачастую большая часть прочих расходов - незапланированные затраты. Примем, что прочие расходы ( $K_{пр}$ ) будут составлять 8000 руб.

Итоговая сумма затрат ( $K$ ) на реализацию данного проекта по формуле (6) будет равна 106 000 руб.

Как отмечалось ранее, установка сепарационных устройств на предприятиях с покрасочными камерами перед тканевыми фильтрами позволит снизить постоянные финансовые затраты на их закупку и сократить время простоя покрасочных камер при замене старых фильтров на новые. Экономическое обоснование указанных факторов представлено в табл. 3.

При использовании стандартной схемы эксплуатации покрасочных камер необходимость замены тканевых фильтров составляет 12 раз в год. Стоимость одного тканевого фильтра оценивается в 2000 руб. Прогнозируется, что применение сепарационных устройств в качестве предварительной ступени очистки газовых потоков от мелкодисперсных частиц перед тканевыми фильтрами позволит увеличить их эксплуатационный срок службы в 1,5 раза. Следует отметить, что при оценке

Таблица 3

**Затраты предприятия с покрасочными камерами  
на приобретение и замену тканевых фильтров  
без использования сепарационных устройств и с их использованием**

Оборудование	Обязательная замена фильтров, раз/год	Количество используемых тканевых фильтров, шт. (шт./год)	Годовой расход на приобретение и замену тканевых фильтров, руб.	Общие затраты на приобретение и замену тканевых фильтров за 10 лет, руб.
Тканевые фильтры	12	4 (48)	96 000	960 000
Тканевые фильтры с использованием сепарационного устройства в качестве предварительной ступени очистки	9	4 (36)	72 000	720 000

затрат предприятия на замену тканевых фильтров время простоя предприятия при их замене и, соответственно, финансовые потери оценить достаточно сложно, такая оценка является сугубо субъективной, поэтому данный показатель учитываться в расчетах не будет. Общие затраты предприятия с покрасочными камерами рассчитывались за 10 лет, так как это значение соответствует сроку полезного использования сепарационных устройств.

Приведенные в табл. 3 результаты расчета показывают, что применение сепарационных устройств в качестве предварительной ступени очистки газовых потоков от мелкодисперсных частиц перед тканевыми фильтрами является экономически выгодным мероприятием. Разница между итоговыми показателями затрат предприятия с покрасочными камерами на приобретение и замену тканевых фильтров без использования сепарационных устройств и с ними составила 240 000 руб. В данном случае вычисленная разность будет соответствовать финансовым потокам ( $CF$ ) за 10 лет, т.е. будет отображать, какое количе-

ство финансовых средств предприятие получило путем экономии при использовании более выгодной технологической линии очистки газов относительно предшествующей ей.

Таким образом, дисконтирование денежных потоков за каждый год полезного использования сепарационных устройств можно представить следующим образом (табл. 4). Наблюдаем, что мероприятие по интеграции сепарационных устройств в технологическую линию предприятия окупается на 6-й год. При этом накопленное дисконтированное сальдо суммарного денежного потока ( $SDM$ ) за срок полезного использования сепарационных устройств составит около 41 тыс. руб.

Более точный дисконтированный срок окупаемости проекта ( $DPP$ ) по интеграции сепарационных устройств в технологическую линию предприятия с покрасочными камерами рассчитывался по формуле (5). В ходе вычисления мы получили дисконтированный срок окупаемости, равный 5,88 года.

Также был рассчитан индекс доходности (эффективность инвестиций) ( $PI$ ) по форму-

Таблица 4

**Метод дисконтирования денежных потоков**

Показатели	0	1-й год	2-й год	3-й год	4-й год	5-й год	6-й год	7-й год	8-й год	9-й год	10-й год
Исходная инвестиция ( $IC$ ), тыс. руб.	-106										
Финансовые потоки ( $CF$ ), тыс. руб.		24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Коэффициент дисконтирования ( $K_d$ )	1	0,91	0,83	0,75	0,68	0,62	0,56	0,51	0,47	0,42	0,39
Дисконтированные денежные потоки ( $DCF$ ), тыс. руб.	-106	22	20	18	16	15	14	12	11	10	9
Накопленное дисконтированное сальдо суммарного денежного потока ( $SDM$ ), тыс. руб.	-106	-84	-64	-46	-30	-15	-1	11	22	32	41

ле (4), который составил 1,39; так как данное значение больше 1, то проект является прибыльным.

### Обсуждение

Рассмотрим возможные способы уменьшения дисконтированного срока окупаемости проекта (*DPP*) и увеличения индекса доходности (*PI*), соответственно, повышения эффективности внедрения сепарационных устройств на предприятиях с покрасочными камерами. В первую очередь, эффективность зависит от полной стоимости мероприятия по интеграции сепарационных устройств в технологическую линию очистки газовых потоков, т.е. от капитальных вложений (оборудование, монтажные работы, транспортные и прочие услуги) и дисконтированного дохода, на который влияют ставка дисконтирования, доход от внедрения и себестоимость очистки (рис. 1).

Наиболее рентабельным подходом к уменьшению финансовых затрат на капитальные вложения служит снижение стоимости

оборудования, в частности, необходимо сократить стоимость сепарационных устройств. Вследствие того, что конструкция сепарационных устройств является максимально простой, для снижения их стоимости существует только возможность замены материала, из которого они изготавливаются: замена металла на более дешевый или изготовление конструктивных элементов сепарационных устройств из алюминия, пластика и др. Кроме того, имеет место возможность печати конструктивных элементов сепарационных устройств на 3D-принтере, что позволит уменьшить капитальные вложения в несколько раз. Рассмотрим изменение дисконтированного срока окупаемости проекта при снижении капитальных вложений в 1,25, 1,5, 2, 3 и 4 раза (табл. 5).

Приведенные коэффициенты снижения капитальных вложений являются оценочными, так как большинство процессов по изготовлению конструктивных элементов (лазерная резка металла, изготовление пресс-формы для создания элементов из алюминия,

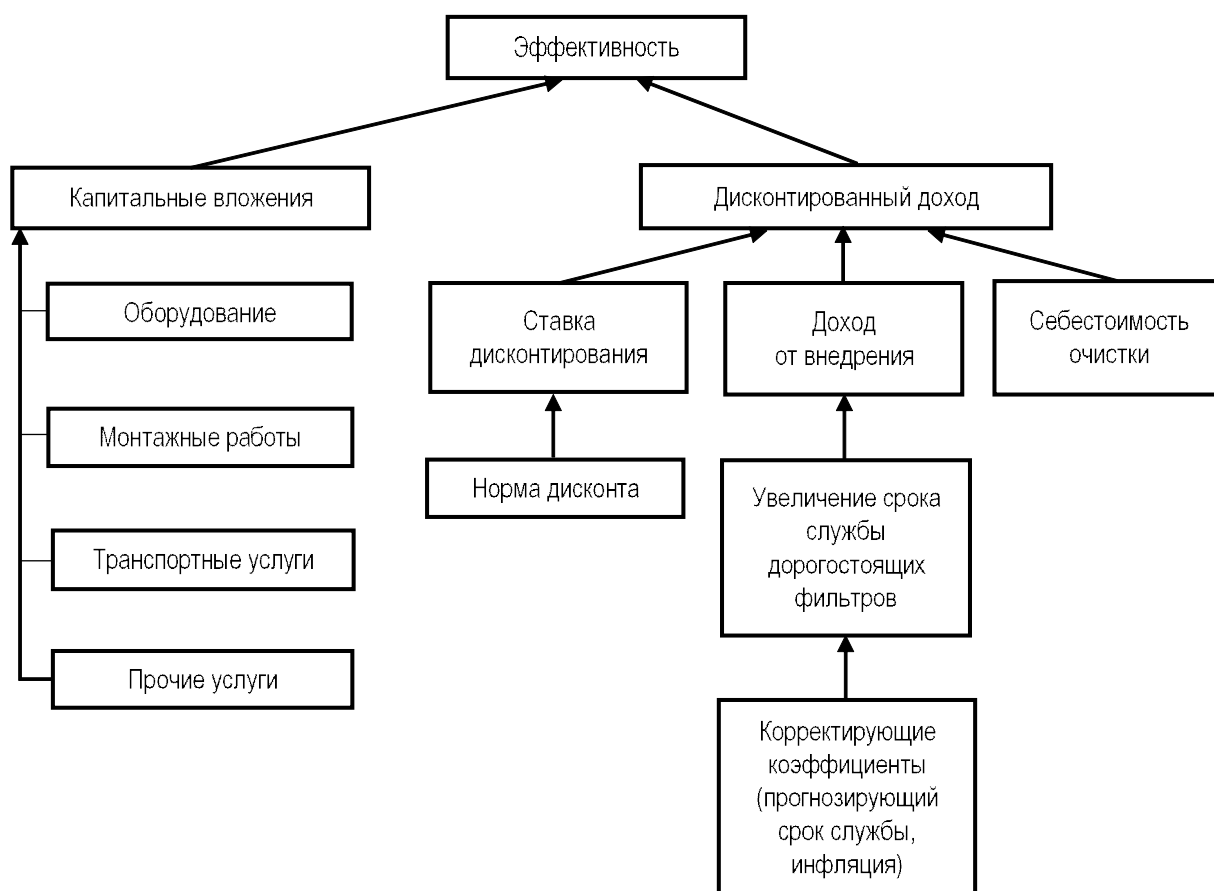


Рис. 1. Факторы, влияющие на эффективность внедрения сепарационных устройств

Метод дисконтирования денежных потоков

Снижение капитальных вложений	Инвестиционные затраты, руб.	Срок окупаемости проекта, лет
Текущее значение	106 000	5,8802
в 1,25 раза	84 800	4,5854
в 1,5 раза	70 666,6667	3,6700
в 2 раза	53 000	2,6293
в 3 раза	35 333,3333	1,6813
в 4 раза	26 500	1,2360

печать на 3D-принтере и др.) зависят от многих факторов: от количества сепарационных элементов (от объема заказа), курса доллара и т.д. При сокращении капитальных вложений в 1,25, 1,5, 2, 3 и 4 раза уменьшается срок окупаемости проекта до 4,58, 3,67, 2,62, 1,68 и 1,23 года, соответственно (см. табл. 5).

Очевидно, что чистый дисконтированный доход возможно повысить при увеличении доходов от внедрения сепарационных элементов на предприятиях с покрасочными камерами (см. рис. 1). Следует отметить, что повлиять на ставку дисконтирования и себестоимость очистки практически невозможно, так как изменение данных факторов, как правило, происходит за счет внешнего воздействия: западные санкции на импортное оборудование, изменение ценовой политики производителей фильтров и др. Таким образом, наиболее рентабельным подходом является увеличение срока службы фильтров тонкой

очистки. Для этого необходимо повысить эффективность сепарационных устройств. Повышение эффективности связано с ростом капитальных вложений, например, обработка поверхностей стенок сепарационных элементов поверхностно активными веществами, увеличивающими эффективность улавливания мелкодисперсных частиц пыли<sup>16</sup>. Реализация данного метода затруднена тем, что требуется дополнительно задействовать внутренний персонал предприятия для обработки поверхностей стенок сепарационных элементов, пропадает автономность технологической линии. Еще одним методом выступает усложнение конструкции сепарационных устройств - добавление нескольких рядов сепарационных элементов, что позволит повысить эффективность очистки газов от мелкодисперсных пылевидных частиц. Подчеркнем, что увеличение количества рядов сепарационных элементов в устройствах преумножает

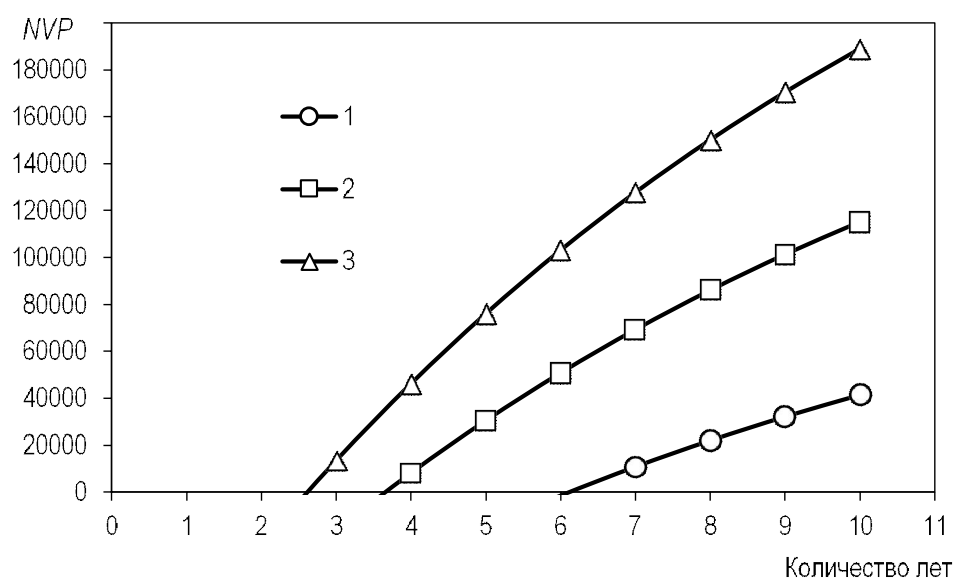


Рис. 2. Изменение чистого дисконтированного дохода по годам при уменьшении количества замены фильтров тонкой очистки в год:

1 - на 25% (текущее значение), 2 - на 37,5%, 3 - на 50%

общие потери давления в технологической линии, что может позволить себе не каждое предприятие, так как при увеличении перепада давления на участке необходимо повышать производительность насосов или компрессоров для прокачки газового потока по технологической линии. Произведем оценочный расчет различных случаев повышения эффективности сепарационных устройств, которые приведут к уменьшению количества замены фильтров тонкой очистки в год на 37,5% и 50%, по формулам (1)-(3). В ходе расчетов было установлено, что чистый дисконтированный доход увеличился в 2,78 и 4,56 раза при уменьшении количества замены фильтров тонкой очистки в год на 37,5% и 50%, соответственно (рис. 2).

### Заключение

Проведенная оценка экономической эффективности внедрения сепарационных устройств на предприятиях с покрасочными камерами показала, что данное мероприятие является экономически выгодным. Применение технологической линии с интегрированными в нее сепарационными устройствами позволяет экономить не менее 24 000 руб. в год. Дисконтированный срок окупаемости проекта составляет 5,88 года. В ходе проведения расчетов было установлено, что индекс доходности равен 1,39. При этом чистый дисконтированный доход составил около 41 000 руб.

Анализ различных способов уменьшения дисконтированного срока окупаемости проекта (*DPP*) и увеличения индекса доходности (*PI*), т.е. повышения эффективности внедрения сепарационных устройств на предприятиях с покрасочными камерами, продемонстрировал, что наиболее рентабельными являются мероприятия по уменьшению капитальных вложений и увеличению доходов от внедрения устройств. Расчетным путем получено, что снижение капитальных вложений в 1,25, 1,5, 2, 3 и 4 раза уменьшает дисконтированный срок окупаемости проекта до 4,58, 3,67, 2,62, 1,68, 1,23 года, соответственно. Увеличение доходов от внедрения сепарационных устройств возможно путем повышения их эффективности, что приведет к сокращению количества замены фильтров тонкой очистки в год. Чистый дисконтированный

доход увеличивается в 2,78 и 4,56 раза при уменьшении количества замены фильтров тонкой очистки в год на 37,5% и 50%, соответственно.

<sup>1</sup> Некрасова Т.П., Крючихина А.Е. Экономическая эффективность применения системы очистки сточных вод // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. 2012. № 2-1. С. 144.

<sup>2</sup> Иванова Н.А. Оценка влияния экономической эффективности на развитие инновационных процессов в молочнопродуктовом подкомплексе Ульяновской области // Вестник Самарского государственного экономического университета. 2007. № 3. С. 82-84.

<sup>3</sup> Кожевникова С.А. Оценка экономической эффективности развития предприятия на примере реализации инновационного проекта // Вестник Самарского государственного экономического университета. 2011. № 8. С. 38-41.

<sup>4</sup> Фомин П.Б. Экономическая эффективность инновационных решений на различных стадиях жизненного цикла строительного проекта // Экономика и предпринимательство. 2013. № 3. С. 345-348.

<sup>5</sup> Dmitriev A. V., Zinurov V. E., Dmitrieva O. S. Intensification of gas flow purification from finely dispersed particles by means of rectangular separator // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2018. Vol. 451, № 1. P. 012211. DOI: 10.1088/1757-899X/451/1/012211 (International Conference on Construction, Architecture and Technosphere Safety (ICCATS 2018). Chelyabinsk, Russia, September 26-28, 2018).

<sup>6</sup> Экспериментальные исследования очистки загрязненных газовых потоков от мелкодисперсных частиц в прямоугольном сепараторе / А.В. Дмитриев, В.Э. Зинуров, О.С. Дмитриева, Ю.О. Семенова // Вестник технологического университета. 2018. Т. 21, № 12. С. 109-112.

<sup>7</sup> Зинуров В.Э., Дмитриев А.В., Мубаракшина Р.Р. Повышение эффективности аспирационных систем при обработке крахмалистого сырья // Ползуновский вестник. 2020. № 2. С. 18-22.

<sup>8</sup> Очистка газовых выбросов котельных установок от твердых частиц / А.В. Дмитриев, В.Э. Зинуров, О.С. Дмитриева, Ву Линь Нгуен // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2020. Т. 22, № 1. С. 3-9.

<sup>9</sup> Исследование очистки газового потока от различных фракций пылевидных частиц сепаратором трапециевидной формы / В.Э. Зинуров, А.В. Дмитриев, О.С. Дмитриева, М.О. Уткин // Вестник технологического университета. 2019. Т. 22, № 10. С. 68-71.



<sup>10</sup> Исследование изменения эффективности очистки газового потока от мелкодисперсных частиц прямоугольным сепаратором при разной степени забивки дугообразных элементов пылью / В.Э. Зинуров, А.В. Дмитриев, О.В. Соловьева, Д.Н. Латыпов // Вестник технологического университета. 2019. Т. 22, № 8. С. 42-46.

<sup>11</sup> *Zinurov V.E., Popkova O.S., Nguyen Vu.L.* Separator design optimization for collecting the finely dispersed particles from the gas flows // E3S Web of Conferences. EDP Sciences. 2019. Vol. 126. P. 00043. DOI: 10.1051/e3sconf/201912600043 (International Conference on Modern Trends in Manufacturing Technologies and Equipment (ICMTMTE 2019). Sevastopol, Russia, September 9, 2019).

<sup>12</sup> *Графова Г.Ф.* Чистый доход и чистый дисконтированный доход - показатели оценки эффективности инвестиционного проекта // Инновации. 2006. № 4 (91). С. 113-115.

<sup>13</sup> *Горшков А., Рымкевич П., Ватин Н.* Прогнозируемый срок окупаемости инвестиций // Энергонадзор. 2016. № 5. С. 14-17.

<sup>14</sup> *Секо Е.В.* Феномен экономического роста и нормативный срок окупаемости инвестиционных строительных проектов // Вестник гражданских инженеров. 2013. № 4. С. 222-227.

<sup>15</sup> *Тумов А.Н., Тазиева Р.Ф., Фадеева Е.П.* Имитационное стохастическое моделирование чистого дисконтированного дохода и риска инвестиционного проекта // Вестник Казанского технологического университета. 2017. Т. 20, № 19.

<sup>16</sup> Эффективность применения поверхностно-активных веществ для борьбы с угольной пылью / Г.И. Коршунов, Е.В. Мазаник, А.Х. Ерзин, А.В. Корнев // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2014. № 3.

*Поступила в редакцию 07.10.2020 г.*

## **ASSESSMENT OF ECONOMIC EFFICIENCY OF SEPARATION DEVICES APPLICATION AT ENTERPRISES WITH PAINT CHAMBERS\***

© 2020 V.E. Zinurov, A.P. Galimova\*\*

The economic efficiency of the separation devices application at enterprises with paint chambers is evaluated. It is proposed to integrate the separation devices in the air flow preparation line of the paint chambers before the fine filters to increase their operational life. It is predicted that the use of separation devices as a preliminary stage for cleaning gas flows from fine particles before fabric filters will increase their operational life by 1.5 times. The relevance of the topic lies in the fact that the calculation of the economic feasibility of the separation devices application at the enterprise is an important process that allows you to prevent unnecessary financial costs and ensure the sustainable development of the whole company. The evaluation of the application of separation devices was carried out on the basis of the following indicators: net discounted income, profitability index and discounted payback period of the project. The main costs affecting the calculation of the cost-effectiveness assessment of the separation devices application at enterprises with paint chambers are considered. The conducted assessment of the economic efficiency of the separation devices application at enterprises with paint chambers demonstrated that this event is economically profitable.

**Keywords:** separation device, economic efficiency, economic feasibility, net discounted income, discounting of cash flows, profitability index, payback period, implementation of the device.

### **Highlights:**

- ◆ the economic efficiency of application of separation devices into the technological line of the enterprise with paint chambers is estimated on the basis of the following indicators: net discounted income, profitability index and discounted payback period of the project;
- ◆ the ways of reducing the discounted payback period of the project and increasing the profitability index are considered;
- ◆ the change in the net discounted income of the project with different efficiency of separation devices is investigated.

---

\* The work was carried out with the financial support of the grant of the President of the Russian Federation No. MK-616.2020.8.

\*\* Zinurov Vadim Eduardovich, post-graduate student. E-mail: vadd\_93@mail.ru; Galimova Alsu Ravilevna, student. E-mail: galimovaar00@mail.ru. – Kazan State Power Engineering University.

*Received for publication on 07.10.2020*