

УДК 338.583

5.2.2. Математические, статистические и инструментальные методы экономики (физико-математические науки, экономические науки)

**ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ СЕПАРАТОРА С ДВУТАВРОВЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ**

Хамитова Динара Вилевна  
Канд. техн. наук, доцент  
SPIN – код автора: 7877-0874  
*Казанский государственный энергетический университет, Казань, Россия*

Разакова Карина Ирековна  
Студент  
*Казанский государственный энергетический университет, Казань, Россия*

В статье проведена экономическая оценка целесообразности внедрения сепаратора с элементами двутавровой формы в агропромышленный комплекс. Особое внимание уделено расчёту финансовых показателей, таких как чистый дисконтированный доход (NPV) и индекс доходности (PI), с целью определения уровня окупаемости проекта. Анализ выполнен на основе трёх сценариев годовых денежных поступлений, равных 90 тыс. руб., 180 тыс. руб. и 270 тыс. руб., при первоначальных вложениях в размере 450 тыс. руб. Результаты исследования показали, что при низких годовых поступлениях (90 тыс. руб.) проект остаётся убыточным, так как NPV имеет отрицательное значение, а индекс доходности меньше 1. В случае CF = 180 тыс. руб. проект начинает окупаться на 4-5 году эксплуатации, а индекс доходности 1,46 свидетельствует о его экономической оправданности. Наиболее прибыльным оказался вариант с CF = 270 тыс. руб., при котором NPV достигает 1222,5 тыс. руб., а PI 2,69, что указывает на значительную финансовую выгоду

Ключевые слова: АГРОПРОМЫШЛЕННЫЙ КОМПЛЕКС, СЕПАРАТОР, ДВУТАВРОВЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА, NPV, PI, ОЧИСТКА ГАЗОВ, ТВЁРДЫЕ ЧАСТИЦЫ, ЭФФЕКТИВНОСТЬ, ОКУПАЕМОСТЬ

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-207-042>

UDC 338.583

5.2.2. Mathematical, statistical and instrumental methods of economics (physical and mathematical sciences, economic sciences)

**ECONOMIC JUSTIFICATION FOR THE USE OF A SEPARATOR WITH I-BEAM ELEMENTS IN THE AGRICULTURAL INDUSTRY**

Khamitova Dinara Vilevna  
Cand.Tech.Sci., associate professor  
RSCI SPIN-code: 7877-0874  
*Kazan State Power Engineering University, Kazan, Russia*

Razakova Karina Irekovna  
Student  
*Kazan State Power Engineering University, Kazan, Russia*

This article presents an economic assessment of the feasibility of implementing a separator with I-beam elements in the agricultural industry. Special attention is given to the calculation of financial indicators, such as net present value (NPV) and profitability index (PI), to determine the payback period of the project. The analysis is based on three scenarios of annual cash inflows: 90,000 RUB, 180,000 RUB, and 270,000 RUB, with initial investments amounting to 450,000 RUB. The study results indicate that at low annual inflows (90,000 RUB), the project remains unprofitable, as the NPV has a negative value and the profitability index is less than 1. In the case of CF = 180,000 RUB, the project begins to break even in years 4-5 of operation, and the profitability index of 1.46 confirms its economic feasibility. The most profitable scenario is with CF = 270,000 RUB, where NPV reaches 1,222.5 thousand RUB, and PI is 2.69, indicating a significant financial benefit

Keywords: AGRICULTURAL INDUSTRY, SEPARATOR, I-BEAM ELEMENTS, ECONOMIC ASSESSMENT, NPV, PI, GAS PURIFICATION, SOLID PARTICLES, EFFICIENCY, PAYBACK PERIOD

**Введение.** Современные тенденции в агропромышленном комплексе (АПК) диктуют необходимость постоянного совершенствования производственных технологий, направленных на повышение эффективности и экологической безопасности. Технологические процессы в сельскохозяйственной сфере зачастую сопровождаются значительными объёмами пылевыведений и образованием твёрдых включений, которые могут негативно сказаться на работе фильтрующего оборудования и привести к дополнительным затратам на его обслуживание. Именно поэтому встаёт вопрос о применении инновационных решений в области очистки газовых потоков, позволяющих свести к минимуму риск накопления абразивных частиц и продлить срок эксплуатации ключевых узлов производственных линий.

Одним из перспективных вариантов борьбы с запыленностью в АПК является использование сепараторов, в конструкции которых применены специальные элементы двутавровой формы. Такой подход позволяет усилить центробежное воздействие на поток, создавая условия для более эффективного отделения твёрдых фракций от воздуха или газовой среды. В результате достигается комплексное решение сразу нескольких задач: снижение риска загрязнения рабочей зоны, продление срока службы фильтров и повышение общего уровня производительности всего агропромышленного комплекса.

Дополнительная ценность подобных систем заключается в их универсальности и способности функционировать в разнообразных технологических условиях: при обработке зерновых культур, переработке кормов, подготовке семян, а также во многих других производственных цепочках, связанных с перемещением и транспортировкой порошкообразных материалов. Использование сепараторов на основе двутавровых элементов способствует стабилизации производственных показателей и повышает конкурентоспособность предприятия за счёт

уменьшения числа аварийных остановок и сокращения затрат на ремонт и замену фильтрующих устройств.

Таким образом, экономическая оценка внедрения таких сепарационных аппаратов становится актуальным инструментом при принятии инвестиционных решений. Её результаты позволяют предприятиям более точно прогнозировать сроки окупаемости проектов, а также оптимизировать финансовые потоки.

### **Состояние исследований и актуальность проблемы.**

Исследования, посвящённые совершенствованию систем очистки газовых потоков в аграрном секторе, развиваются параллельно с ростом потребности в продуктах сельского хозяйства и повышением требований к экологическим стандартам. Научные работы в этой области охватывают широкий спектр вопросов: от разработки новых материалов и конфигураций фильтров до детального анализа процессов сепарации твёрдых включений. При этом всё больше учёных обращают внимание на возможность улучшения эффективности очистки за счёт конструктивных решений, основанных на формировании мощных центробежных потоков. Именно к таким инновациям относятся сепараторы с элементами двутавровой формы, позволяющие организовать волнообразное движение газов и создать дополнительные возможности для качественного отделения пылевых частиц.

Среди публикаций, раскрывающих потенциал подобных систем, часто подчёркивается важность корректного математического моделирования. Использование вычислительных методов, статистического анализа и инструментальных подходов даёт возможность прогнозировать поведение системы при различных параметрах производственного процесса, определять оптимальные размеры и геометрию сепарационных элементов, а также оценивать экономическую выгоду от внедрения технологии. Важным аспектом остаётся адаптация полученных данных к

практическим условиям, поскольку реальное производство в АПК отличается по объёмам, характеристикам пыли и специфике технологических линий.

Актуальность проблемы объясняется несколькими факторами. Во-первых, в условиях ужесточающегося контроля за экологической безопасностью и снижением воздействия на окружающую среду предприятия всё чаще сталкиваются с необходимостью модернизации очистных систем. Во-вторых, высокие затраты на эксплуатацию традиционных фильтрационных установок, связанных с постоянной заменой фильтров и прекращением работы оборудования на время ремонтных процедур, стимулируют поиск более экономичных решений. В-третьих, растущий спрос на сельхозпродукцию ставит задачу увеличения производительности при одновременном соблюдении стандартов качества и безопасности, что непосредственно связано с устойчивой работой систем пылеулавливания.

В работе [1] отмечена оригинальная конструкция сепаратора, в которой применяются элементы двутаврового профиля. Механизм сепарации, согласно этой идее, базируется на формировании центробежных сил в волнообразном потоке, что обеспечивает высокую эффективность очистки газовых сред.

**Цель исследований.** Целью данной работы является выполнить экономическую оценку применения сепаратора с элементами двутавровой формы для удаления твёрдых частиц из газовых потоков, характерных для агропромышленного производства.

**Материалы и методы исследований.** Для определения экономической целесообразности внедрения модернизированного сепарационного устройства с двутавровыми элементами в условиях агропромышленного комплекса был проведён анализ будущих денежных поступлений и соответствующих затрат. Основными показателями,

используемыми для оценки финансового эффекта, служат чистый дисконтированный доход (NPV) и индекс доходности (PI). Расчёт NPV учитывает совокупность прогнозируемых денежных потоков CF, первоначальные инвестиции IC, ставку дисконтирования  $r$  и временной горизонт  $n$ . Индекс доходности PI показывает, насколько выгодными будут вложения, если сопоставить суммарные дисконтированные денежные потоки с объёмом стартовых инвестиций.

В рамках исследования рассматривается три различных варианта годовых денежных поступлений, поступающих от эксплуатации сепаратора, каждый из которых имеет шаг в 90 тысяч рублей. Соответственно, величины годовых денежных потоков составляют 90, 180 и 270 тыс. руб. Такой подход даёт возможность учесть вариативность производственной загрузки оборудования и изменение объёмов обрабатываемого воздуха или газовой среды. При этом начальная сумма инвестиций в данный проект, охватывающая затраты на изготовление конструкции и её установку, составляет 450 тыс. руб.

Главными источниками положительных потоков CF после запуска сепаратора становятся сокращение затрат на ремонт и замену традиционных фильтрующих элементов, а также рост эффективности переработки. Благодаря снижению простоя техники, связанного с реже требующейся очисткой или заменой фильтров, и улучшению качества очищенного воздуха повышается общая продуктивность технологического процесса. Дополнительно учитывается эффект от уменьшения негативного влияния пылевых и абразивных частиц на смежное оборудование, что снижает совокупные расходы на обслуживание производственной линии.

Каждый вариант расчёта NPV и PI отражает определённый сценарий функционирования сепарационного аппарата. При выборе ставки дисконтирования учитываются риски изменения конъюнктуры рынка и особенности отрасли АПК, где эффективность процессов и стабильность

работы оборудования имеют решающее значение. Расчётные результаты дают основание судить о том, насколько выгодно введение нового сепаратора с точки зрения экономики предприятия и какие потенциальные выгоды обеспечит эта модернизация в перспективе нескольких лет эксплуатации.

**Результаты исследований.** Расчёты выполнены с учётом ставки дисконтирования 10%, что позволило определить реальные экономические выгоды от внедрения устройства в различных сценариях (табл. 1).

Таблица 1 – Числовые значения ЧДД и индекса доходности

| Год                  | ЧДД, тыс. руб.<br>(Вариант № 1) | ЧДД, тыс. руб.<br>(Вариант № 2) | ЧДД, тыс. руб.<br>(Вариант № 3) |
|----------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| 1                    | -368,182                        | -286,364                        | -204,545                        |
| 2                    | -293,802                        | -137,603                        | 18,595                          |
| 3                    | -226,183                        | -2,367                          | 221,45                          |
| 4                    | -164,712                        | 120,576                         | 405,864                         |
| 5                    | -108,829                        | 232,324                         | 573,512                         |
| 6                    | -58,027                         | 333,947                         | 725,92                          |
| 7                    | -11,842                         | 426,315                         | 864,473                         |
| 8                    | 30,143                          | 510,287                         | 990,43                          |
| 9                    | 68,312                          | 586,624                         | 1104,936                        |
| 10                   | 103,011                         | 656,022                         | 1209,033                        |
| Индекс<br>доходности | 0,23                            | 1,46                            | 2,69                            |

Результаты показывают, что при годовых денежных поступлениях в 90 тыс. руб. проект оказывается нерентабельным (NPV остаётся отрицательным вплоть до 6-го года, а  $PI < 1$ ). Вариант с  $CF = 180$  тыс. руб. уже демонстрирует финансовую эффективность: NPV достигает 676,3 тыс.

руб., а индекс доходности 1,46 свидетельствует о том, что вложения в проект окупаются и приносят прибыль.

Наиболее привлекательным вариантом является  $CF = 270$  тыс. руб., при котором NPV составляет 1222,5 тыс. руб., а индекс доходности 2,69, что говорит о значительной экономической отдаче от установки сепаратора. Этот сценарий указывает на то, что чем выше производственные объёмы и эксплуатационная загрузка оборудования, тем быстрее и эффективнее окупаются вложения.

**Выводы.** 1. Экономическая эффективность внедрения сепаратора с двугавровыми элементами зависит от уровня годовых денежных потоков, формируемых за счёт сокращения затрат на обслуживание и повышения производительности технологической линии. 2. При низком уровне CF (90 тыс. руб.) проект оказывается нерентабельным, так как NPV остаётся отрицательным длительное время, а индекс доходности  $PI < 1$  указывает на недостаточную окупаемость. 3. В случае  $CF = 180$  тыс. руб. проект начинает окупаться на 4-5 году эксплуатации, а индекс доходности 1,46 подтверждает его экономическую оправданность. 4. Максимальная финансовая выгода достигается при  $CF = 270$  тыс. руб., при котором срок окупаемости снижается, а NPV и PI указывают на значительную прибыльность.

#### Библиографический список

1. Экспериментальные исследования очистки загрязнённых 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.

#### References

1. Jeksperimental'nye issledovanija ochistki zagrjaznennyh gazovyh potokov ot melkodispersnyh chastic v prjamougol'nom separatore / A. V. Dmitriev, V. Je. Zinurov, O. S. Dmitrieva, Ju. O. Semenova // Vestnik Tehnologicheskogo universiteta. – 2018. – Т. 21, № 12. – S. 109-112.