

УДК 338.001.36

## **ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВНЕДРЕНИЯ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ДРЕВЕСНО-ЦЕМЕНТНОГО КОМПОЗИТА**

*Лебедева Н.А.<sup>1</sup>*

*Магистрант*

*Вологодский государственный университет*

*Вологда, Россия*

### **Аннотация.**

Диверсификация производства является одним из основных направлений обеспечения экономической устойчивости муниципалитета. В районах с развитой деревоперерабатывающей промышленностью предприятия с целью диверсификации занимаются переработкой древесных отходов для производства композиционного материала – арболита. Однако существующие технологии его производства имеют ряд недостатков (высокая энергоемкость, длительность процесса, потребность в значительных производственных площадях). Целью данной работы является экономический анализ при изменении используемой технологии. Результаты исследования позволили выявить основные преимущества предлагаемой ультразвуковой технологии над используемой технологией, среди которых повышение балансовой стоимости более чем в 2,5 раза, увеличение добавленной стоимости продукции на 41% за счет внедрения дополнительного технологического этапа и улучшения потребительских свойств. Полученные результаты могут быть использованы предприятиями деревообрабатывающей промышленности.

**Ключевые слова:** ультразвуковая технология, объем реализованной продукции, арболит, добавленная стоимость, срок окупаемости.

---

<sup>1</sup> Научные руководители: Воропай Л.М. канд. хим. наук, доц.; Сеничев В.П. канд. техн. наук.  
Вектор экономики | [www.vectoreconomy.ru](http://www.vectoreconomy.ru) | СМИ Эл № ФС 77-66790, ISSN 2500-3666

***ECONOMIC ANALYSIS OF THE INTRODUCTION OF ULTRASONIC  
TECHNOLOGY IN THE PRODUCTION OF WOOD-CEMENT COMPOSITE***

***Lebedeva N.A.***

*Graduate student*

*Vologda state University*

*Vologda, the Russian Federation*

**Abstract.**

Diversification of production is one of the main directions of ensuring the economic sustainability of the municipality. In areas with a developed wood processing industry, enterprises with the aim of diversification are engaged in the processing of wood waste for the production of a composite material - wood concrete. However, the existing technologies of its production have a number of disadvantages (high energy intensity, process duration, the need for significant production areas). The purpose of this work is an economic analysis when changing the technology used. The results of the study revealed the main advantages of the proposed ultrasonic technology over the technology used, including an increase in the book value of more than 2.5 times, an increase in the value added of products by 41% due to the introduction of an additional technological stage and improvement of consumer properties. The results can be used by enterprises of the woodworking industry.

**Keywords:** ultrasonic technology, volume of sales, arbolit, added value, payback period

Одним из основных направлений развития муниципальной экономики является модернизация действующих предприятий за счет внедрения структурных инноваций, обеспечивающих повышение их экономической стабильности. Процессы модернизации должны охватить не только холдинги, но и предприятия среднего и малого бизнеса, технология которых предусматривает использование вторичных ресурсов, включая Вектор экономики | [www.vectoreconomy.ru](http://www.vectoreconomy.ru) | СМИ Эл № ФС 77-66790, ISSN 2500-3666

не востребуемые отходы основных циклов производства[2,3]. В Вологодской области действуют предприятия малого и среднего бизнеса, которые наряду со строительными технологиями занимаются переработкой древесных отходов.

В результате основного технологического цикла на предприятии образуется большое количество древесных отходов в виде рейки, щепы, опилок и горбылей[2,3]. Статистические данные показывают, что из всего объема древесины, который поступает на переработку, только 54% расходуются на получение основного продукта, 46% остаются невостребованными (рис. 1).

В данной работе предлагается рассмотреть возможность диверсификации основного производства на примере ООО «ВЕГА–ПЛЮС». В рамках диверсификации производства наряду с основными видами деятельности предприятие занимается производством арболитовых блоков – композиционного строительного материала, который получают из невостребованных отходов и вяжущих веществ.

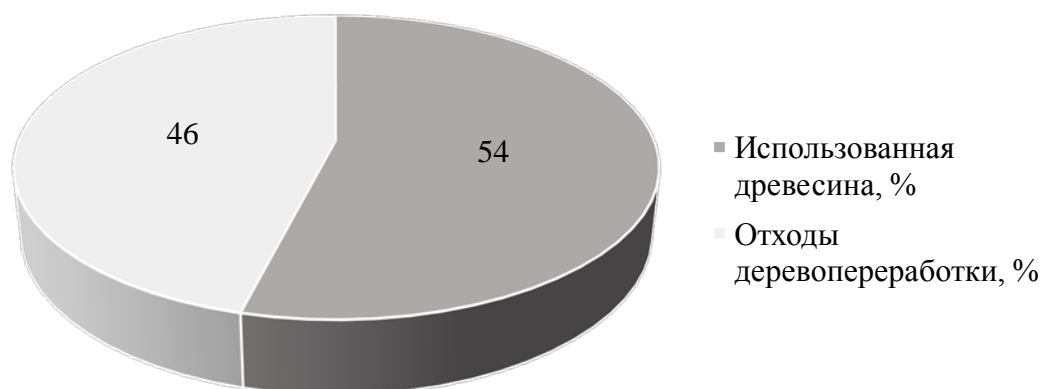


Рис. 1 – Объем использования древесины при деревопереработке

Известно, свойства композита зависят от содержания сахаристых фракций в древесном наполнителе. Поэтому основным технологическим циклом является обработка древесного наполнителя водой, водяным паром при разных условиях с целью экстракции растворимых сахаров[1,5,6,7]. На анализируемом предприятии ООО «ВЕГА-ПЛЮС» используется технология обработки

древесных заполнителей водяным паром в присутствии раствора сульфата алюминия, концентрация которого составляет 11% при давлении 0,8 МПа и температуре 170° С [4].

Недостатками этой технологии являются использование энергоемкого оборудования для получения пара, необходимость наличия значительных производственных площадей, длительность процесса пропаривания щепы, следствием чего является малая эффективность используемой технологии.

В связи с этим возникает необходимость внедрения новой инновационной технологии обработки древесного заполнителя для устранения вышеуказанных недостатков. Установлено, что такой технологией является ультразвуковая технология обработки древесного заполнителя с применением низкочастотных ультразвуковых колебаний.

Выполненные в лабораторных условиях в Вологодском государственном университете исследования доказывают, что ультразвуковая технология усиливает процессы вымывания сахаристых фракций из древесины в сравнении с известными другими технологиями, следствием чего является уменьшение концентрации сахаристых фракций в древесном заполнителе, увеличение скорости схватывания арболита и сокращение времени простаивания оборудования. За счет снижения времени обработки и расхода воды и электроэнергии сокращаются материальные затраты производства [8].

Целью данной работы является обоснование необходимости внедрения на действующем предприятии новой технологии. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. провести анализ материальных затрат на действующей производственно-технологической системе;
2. на основании проведенного экономического анализа сделать вывод о необходимости внедрения в производственный цикл новой инновационной технологии;

3. выделить основные факторы, которые определяют рост дохода предприятия при внедрении новой технологии;

4. провести прогноз экономической ситуации предприятия.

На первом этапе исследования анализируем действующую производственно-технологическую систему для производства арболита. Производство арболита состоит из 5 стадий, представленных на рисунке 2.

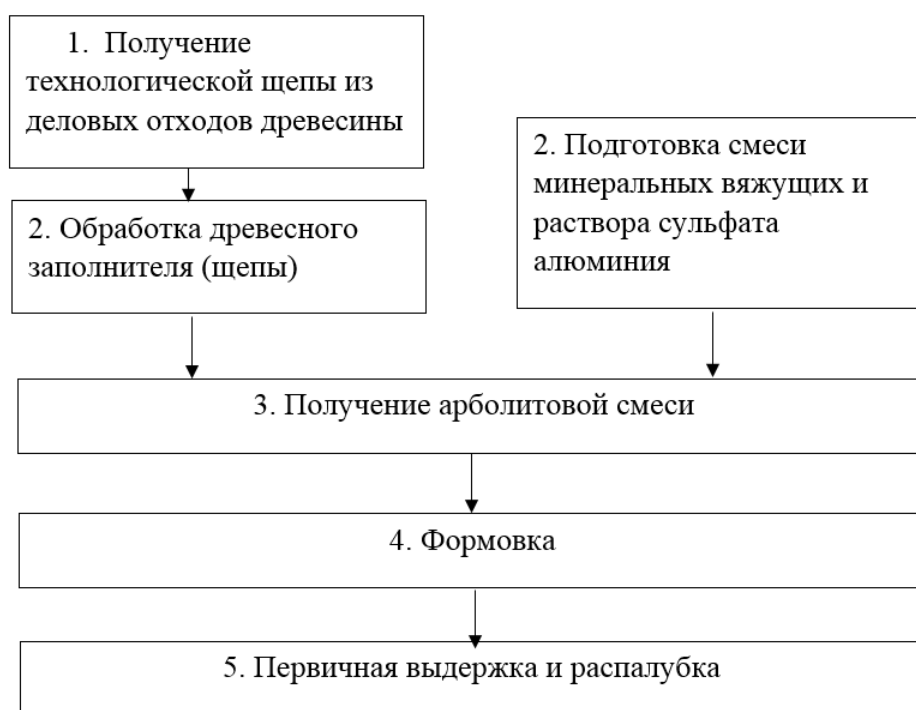


Рис. 2 – Общая схема производства арболита

На первом этапе производства арболита получают технологическую щепу, путем измельчения древесных отходов деревопереработки в рубильной машине.

На втором этапе древесный наполнитель подвергается предварительной обработке с целью извлечения сахаристых фракций, с одновременной подготовкой смеси минеральных вяжущих (портландцемента) и раствора сульфата алюминия, который используют для увеличения скорости схватывания древесно-цементной смеси.

Известно, что свойства арболита зависят от содержания сахаристых фракций в древесном наполнителе, которые препятствуют процессам схватывания арболита за счет их взаимодействия с соединениями кальция

Вектор экономики | [www.vectoreconomy.ru](http://www.vectoreconomy.ru) | СМИ Эл № ФС 77-66790, ISSN 2500-3666

цементного клинкера. При этом образуются комплексные соединения, которые влияют на процессы структурообразования в композиционном строительном материале и на его потребительские свойства [5,6].

Все используемые в производственных условиях технологии предварительной обработки древесного заполнителя направлены на уменьшение содержания растворимых сахаристых фракций.

Обработка древесного заполнителя проводится в паровом котле с применением химических реактивов. Именно эта стадия определяет процесс структурообразования композита и является самой материально затратной, так как необходим большой расход воды и электроэнергии для получения пара.

Далее, после тщательного перемешивания в смесителе, получают арболитовую смесь, состоящую из портландцемента марки 500, обработанного древесного заполнителя и сульфата алюминия.

На четвертой стадии полученную смесь отправляют на участок формовки. Арболитовая смесь выдерживается в течение 7 суток в формах, для приобретения потребительских свойств путем процессов схватывания и твердения составляющих композита. После первичной выдержки проводят распалубку (5 стадия) арболита, и отправляют на склад продукции, где арболитовые блоки выдерживают еще в течение 28 суток до полного затвердевания и приобретения потребительских свойств.

В таблице 1 представлены значения затрат на производство и реализацию продукции за 2018 год предприятием ООО «ВЕГА-ПЛЮС».

Таблица 1 – Структура операционных затрат

Элементы затрат	Затраты, тыс. руб./год	Доля, %
Материальные затраты, в том числе:	19042,27	87,41
Затраты на сырье	16644,85	80,3
Затраты на электроэнергию	1504,34	7,9
Затраты на воду	1409,13	7,4
Затраты на химические реактивы	837,86	4,4
Оплата труда	2306,7	10,35

Амортизация	289,8	1,33
Прочие затраты	147	0,91
Итого	21785,77	100

Выполненный экономический анализ свидетельствует о материалоемкости производства, так как большая доля операционных затрат приходится на материальные затраты, которые составляют 87,41 % и включают затраты на приобретение цемента и на технологию предварительной обработки древесного заполнителя. Материальные затраты при обработке древесного заполнителя включают затраты на воду, электроэнергию, вспомогательные материалы и равны 19,7% [4,8].

Рассчитанные затраты на оплату труда составляют в среднем 10,35%, амортизация – 1,33%. Последний показатель амортизации свидетельствует об изношенности основных средств предприятия. Оставшиеся 0,91% в структуре операционных затрат составляют прочие затраты.

Для оценки доходности предприятия проведен параметрический анализ операционного цикла ООО «ВЕГА-ПЛЮС» за 2017-2018 годы. Значения параметров приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Значения параметров операционного цикла деятельности ООО «ВЕГА-ПЛЮС», тыс. руб./год

Параметр и его обозначение	Значения параметров за 2017-2018 годы, тыс.руб/год	
	2017 г.	2018 г.
Объем реализованной продукции, $V_{sv}$	16516,04	21610,77
Прямые технологические затраты, $G_0W_0$	16258,04	21785,77
Чистый доход, $D_0$	258	-146
Балансовая стоимость, $U_{mf}$	14370	820
Производственный капитал, $Q$	16547,84	22075,57

Анализ таблицы свидетельствует, что несмотря на рост объема реализованной продукции за 2017-2018 года предприятие терпит убытки, за счет роста технологических затрат и большой степенью изношенности оборудования.

С целью решения данных проблем предлагается внедрение нового инновационного способа обработки щепы, за счет привлечения инвестиций.

Для этого, в технологический цикл обработки древесного наполнителя, предлагается ввести новый ультразвуковой способ вместо действующей технологии, с помощью пара и сульфата алюминия. Для интенсификации процесса вместо парового котла устанавливается низкочастотный ультразвуковой реактор контактного типа с частотой колебаний 20-22 кГц. В ходе выполненных исследований в Вологодском государственном университете были установлены основные технологические параметры ультразвуковой технологии обработки древесного наполнителя: время озвучивания 20-25 минут, число кавитации 800-900 и температура 75-85°C[4].

Экспериментальные результаты доказывают, что ультразвуковая технология усиливает процессы вымывания сахаристых фракций в сравнении с другими известными технологиями, следствием чего является увеличение скорости схватывания арболита и сокращение времени простаивания оборудования.

Сравнительный результат изменения концентрации сахаристых фракций в растворах при обработке паром в присутствии катализатора и при ультразвуковой обработке представлено на рисунке 3.

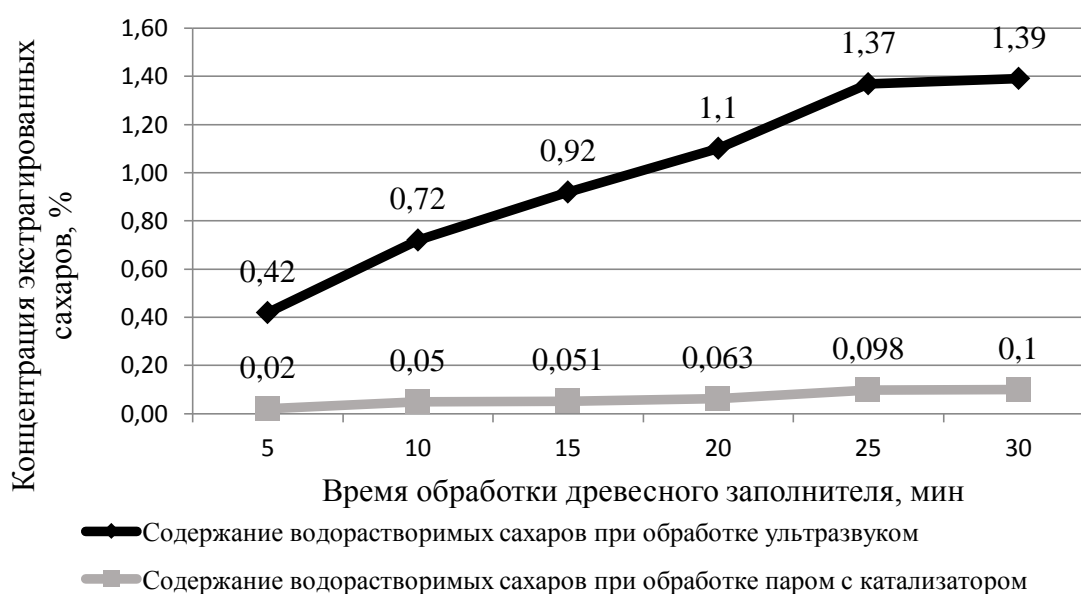


Рис. 3 – Зависимость экстрагирования водорастворимых веществ



Исходя из выполненного эксперимента, было установлено, что оптимальное время обработки составляет 15-25 минут. Время начала схватывания при увеличении времени обработки с 5-20 минут сокращается на 50% по сравнению с временем начала схватывания композита с применением технологии обработки паром с катализатором. При этом наблюдается сокращение времени конца схватывания на 40%, при котором формируется структура арболита с определенными потребительскими свойствами.

Таким образом, с целью увеличения конкурентных преимуществ [9] необходима замена типовой технологии на ультразвуковую технологию. Внедрение данного способа не требует полной замены действующего оборудования, она предусматривает только замену парового котла для получения пара и ванны для замеса смеси на ультразвуковой реактор контактного типа.

Поэтому необходимые инвестиции ( $K_0$ ) для реализации проекта равны стоимости ультразвукового реактора, и составят 1328 тыс. рублей. При реализации продукции в объеме производства арболита 3600 м<sup>3</sup>/год и при рыночной цене 4000 руб./м<sup>3</sup>, объем реализованной продукции (выручка) составит 14400 тыс. руб. /год. Рассчитанные технологические затраты на производство равны 5831,712 тыс. руб./год. Чистый доход ( $CF_{cr}$ ) предприятия после вычета всех налогов и технологических затрат составит 4550,63 тыс. руб./год.

Срок окупаемости (PP) рассчитывается по формуле (1) и составит 0,4 года [8].

$$PP = \frac{K_0}{CF_{cr}}, \text{ года.} \quad (1)$$

В таблице 3 приведены сравнительные параметры (время обработки, мощность оборудования и затраты эксплуатации) предлагаемого ультразвукового реактора и паровой ванны, используемой на предприятии.

Таблица 3 – Сравнение параметров производительности и времени паровой и ультразвуковой ванн для обработки древесного заполнителя

Параметры	Паровая ванна	Ультразвуковая ванна
Время, затраченное на обработку 1 т древесного заполнителя, ч	5	1
Мощность необходимая для обработки 1 т древесного заполнителя, кВт/ч	18,9	12
Затраты, на электроэнергию, тыс. руб./год	181,2	126,1
Затраты на воду, тыс. руб./год	96,6	29,9

При замене оборудования сокращается время обработки 1 т древесного заполнителя на 4 часа, следовательно, уменьшаются затраты на потребляемую электроэнергию на 36% и затраты на воду на 69%, а также полностью исключаются из технологического цикла затраты на химические реагенты.

Изменение материальных затрат при освоении ультразвуковой технологии представлено на рисунке 4.

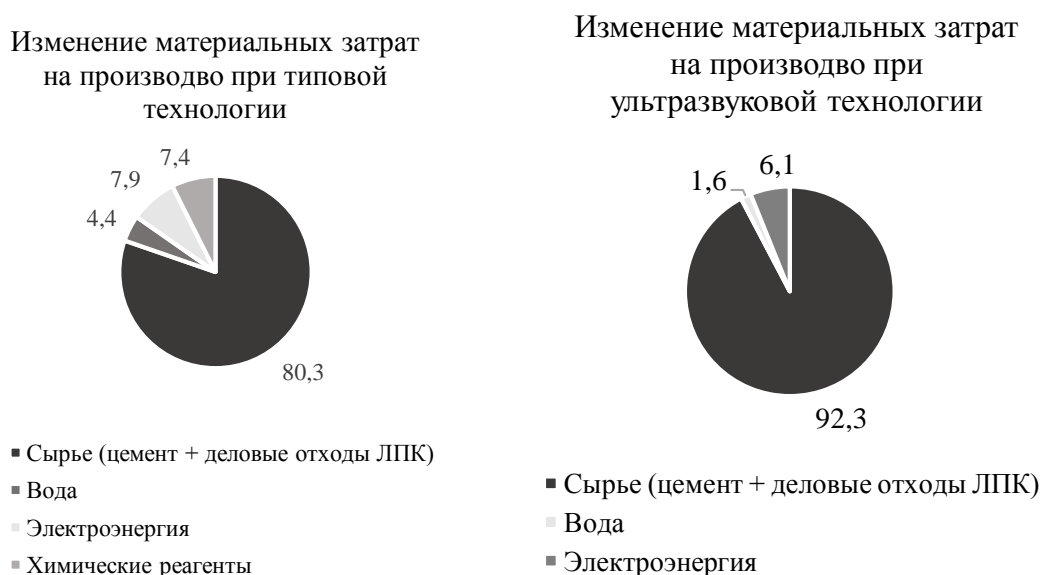


Рис. 4 – Изменение материальных затрат при освоении ультразвуковой технологии

Результаты свидетельствуют, что после освоения ультразвуковой технологии в производственно-технологической системе, изменяются параметры операционного цикла [4,8,10], представленные в таблице 4. При равном объеме реализованной продукции сокращаются технологические затраты и увеличивается чистый доход предприятия примерно на 42%. Балансовая стоимость увеличивается за счет приобретения ультразвукового

Вектор экономики | [www.vectoreconomy.ru](http://www.vectoreconomy.ru) | СМИ Эл № ФС 77-66790, ISSN 2500-3666

реактора.

Таблица 4– Параметры операционного цикла производственно-технологической системы с применением ультразвуковой и типовой технологии

Наименование	Значения параметров при использовании типовой технологии	Значения параметров при использовании ультразвуковой технологии
Объем реализованной продукции, $V_{sv}$ , тыс. руб./год	14400	14400
Балансовая стоимость, $U_{mf}$ , тыс. руб./год	820	2148
Технологические затраты, $G_0W_0$ тыс. руб./год	9330,74	5831,712
Чистый доход, $D_0$ , тыс. руб./год	2041,21	4896,63
Производственный капитал, $Q$ , тыс. руб./год	9619,74	6197,68

За счет сокращенных технологических затрат имеется возможность увеличить объем произведенной и реализованной продукции, что приведет к изменению параметров операционного цикла, представленных в таблице 5 [10].

Таблица 5– Параметры операционного цикла при увеличении объема реализованной продукции

Наименование	Значения параметров при использовании типовой технологии	Значения параметров при использовании ультразвуковой технологии
Объем реализованной продукции, $V_{sv}$ , тыс. руб./год	14400	21200
Балансовая стоимость, $U_{mf}$ , тыс. руб./год	820	2148
Технологические затраты, $G_0W_0$ тыс. руб./год	9330,74	9330,74
Чистый доход, $D_0$ , тыс. руб./год	2041,21	6469,41
Производственный капитал, $Q$ , тыс. руб./год	9619,74	9696,76

Внедрение инновационной технологии обеспечивает увеличение объема реализованной продукции при сохранении значений технологических затрат до внедрения инновации, а также рост чистого дохода. За счет повышения потребительских свойств имеется возможность регулирования цены на рынке потребителя [4].

За счет снижения технологических затрат наблюдается рост добавленной стоимости на 41%. На рисунке 5 представлено изменение доли добавленной

стоимости до и после освоения инновационной технологии при сохранении имеющегося уровня объема реализованной продукции.

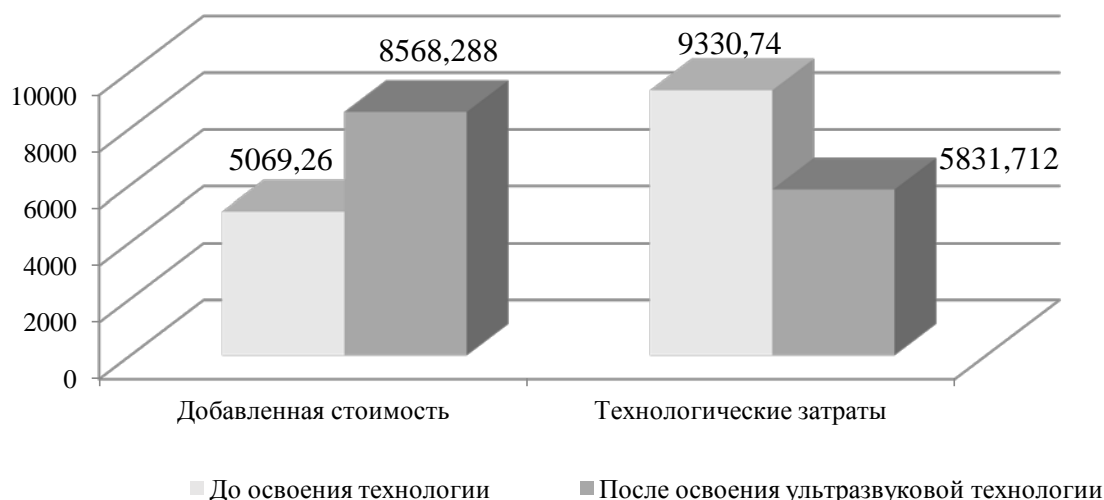


Рис. 5 – Динамика изменения добавленной стоимости и технологических затрат до и после освоения инновации, тыс. руб.

При увеличении объема реализованной продукции за счет сокращения технологических затрат происходит увеличение добавленной стоимости на 57%. На рисунке 6 представлена динамика изменения доли добавленной стоимости при увеличении объема реализованной продукции.

Прогнозирование экономической ситуации на предприятиях показывает, что доля добавленной стоимости при освоении новой технологии будет расти за счет улучшенных потребительских свойств, что компенсирует рост цен на строительные материалы [2].

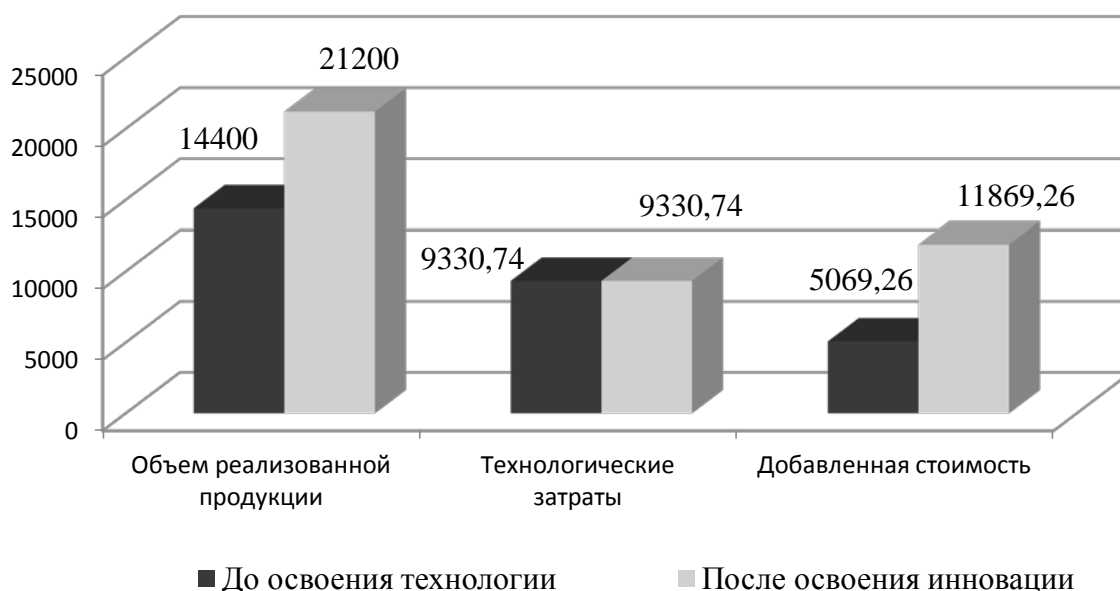


Рис. 6 – Динамика изменения объема реализованной продукции, технологических затрат и добавленной стоимости до и после освоения инновации, тыс. руб.

Таким образом, результатом модернизации производственно-технологической системы предприятия является увеличение доли добавленной стоимости и роста объема реализации продукции с улучшенными потребительскими свойствами.

В данной работе разработана технологическая инновация, направленная на увеличение доли добавленной стоимости, за счет увеличения объема реализованной продукции, а также повышения потребительских свойств продукции и конкурентных преимуществ предприятия.

### Библиографический список:

1. Сафин, Р.Г., Степанов, В.В., Хайруллина Э.Р., Гайнуллина А.А., Степанова Т. О. Современные строительные композиционные материалы на основе древесных отходов // Вестник Казанского технологического университета. 2014. № 20. С. 123–128.
2. Липунов, И.Н., Юпатов, А.А., Аликин В.И. Использование твердых промышленных отходов в производстве материалов строительного назначения // Экологи и промышленность России. 2009. № 3. С. 19–23.

3. Чемоданов, А.Н., Горинов, Ю.А., Минина Е.А. Эффективность использования отходов древесины // Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства. Краснодар, 2016. С. 614–616.
4. Лебедева, Н.А., Сеничев, В.П., Воропай, Л.М., Осипов Ю.Р. Ультразвуковая технология в производстве строительных композиционных материалов // Бъдещето въпроси от света на науката - 2015. София, 2015. С. 74–78.
5. Сташко, А.А. Магдалинский А.Н. Арболит. Свойства и преимущества над другими легкими бетонами // Научно-техническое и экономическое сотрудничество стран АТР в XXI веке. Хабаровск, 2017. № 3. С. 142–147.
6. Андреев, А.А., Гаврилов Т.А. Моделирование влияния компонентов древесно-цементного материала на его характеристики // Результаты современных научных исследований и разработок. Пенза, 2017. С. 54–56.
7. Лаушкиина, В.А., Иващенко, Ю.Г., Тимохин Д.К. Современные тенденции технологии арболитовых изделий // Техническое регулирование в транспортном строительстве. 2017. № 3. С. 46–48.
8. Лебедева, Н.А., Борисов А.А. Экономическое обоснование освоения ультразвуковой технологии в производстве арболита // Неделя науки СПбГУ. Санкт-Петербург, 2017. С. 185–186.
9. Борисов А.А. Стоимость инженерного бизнеса // Организатор производства. 2014. № 3. С. 19–22.
10. Шичков А.Н. Экономика и менеджмент инновационных процессов в регионе. Вологда, 2009. 360 с.

*Оригинальность 92%*