

**А.В.Александров**

Могилевский государственный технический университет

## **СИСТЕМА ФАКТОРОВ, ФОРМИРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОЕМКОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА В МАШИНОСТРОЕНИИ**

Рассмотрена разработанная автором система факторов, обуславливающих материалоемкость производства в машиностроении; выявлены факторы, оказывающие наибольшее влияние на уровень материалоемкости на заводе “Могилевтрансмаш” и построена соответствующая регрессионная модель.

Повышение эффективности промышленного производства в значительной степени зависит от уровня использования материальных, трудовых, финансовых ресурсов. Анализ структуры производственных затрат промышленных предприятий Республики Беларусь показывает, что повышение эффективности материалопотребления, снижение материалоемкости может оказать значительно более существенное влияние на уменьшение себестоимости, рост эффективности производства по сравнению со снижением фондоемкости и трудоемкости.

Чтобы разрабатывать и внедрять мероприятия по рациональному и экономному использованию материальных ресурсов, прежде всего необходимо выяснить, в результате чего изменяется уровень материалоемкости на предприятии, действию каких факторов он подвержен. Важно также систематизировать факторы для более наглядного представления их влияния на процесс использования материальных ресурсов.

Крупнейшей отраслью промышленного комплекса Республики Беларусь является машиностроение и металлообработка. Кроме того, машиностроение является стратегической отраслью, которая определяет развитие большинства отраслей народного хозяйства, предоставляя им производственную технику. Поэтому именно здесь, в первую очередь, должна проводиться работа по рационализации процесса материалопотребления.

Классификация факторов, формирующих материалоемкость на машиностроительном предприятии, должна учитывать специфику данной отрасли, в частности, большой удельный вес проката черных металлов в общем потреблении материалов и важность весовых и технических характеристик изделий. Это предопределяет состав факторов и значимость каждого из них.

По мнению автора, прежде всего необходимо их разделение на внешние и внутренние. Внешние факторы неподвластны влиянию предприятия; они формируются в ходе объективного развития истории, науки и техники, мировой экономики в целом и экономики конкретного государства. Они включают: государственное регулирование ресурсосбережения

(государственное программирование; налоговая система; система ценообразования; амортизационная политика; финансово-кредитная политика; стандартизация); факторы экономической среды (предложение и цены на ресурсы; спрос и цены на продукцию предприятия; конкуренция); научно-технический прогресс; общеэкономические факторы и прочие факторы.

Внутренние факторы являются не чем иным, как реакцией на воздействие внешних факторов. Именно внутренние факторы определяют непосредственный уровень материалоемкости на предприятии.

Наиболее целесообразным представляется разделение внутренних факторов, влияющих на материалопотребление, в зависимости от связи с отдельными элементами производственного процесса – на конструктивные, технологические, организационные и экономические. Отнесение факторов в ту или иную группу должно производиться в зависимости от того, связано ли их действие с изменениями в конструкции изделий, технологии их изготовления, организации производства или экономических условиях процесса использования материальных ресурсов.

Конструктивные факторы включают:

1) снижение абсолютной и/или удельной массы изделия – выбор прогрессивного типа машин; совершенствование кинематических схем машин; повышение единичной мощности, производительности и т.п. машин и оборудования; выбор наиболее рационального материала деталей; установление оптимальных запасов прочности; выбор наиболее рационального типа заготовок; определение оптимальной геометрии деталей, замена сложных конфигураций простыми; применение унифицированных деталей и узлов; повышение качества, надежности и долговечности машин;

2) повышение качества потребляемых материалов – применение высокопрочных марок материалов, низколегированных сталей, экономичных профилей проката, сварных конструкций из проката, сортового холоднокатаного металла и т.п.;

3) замена дорогостоящих и дефицитных материалов – замена проката черных металлов алюминиевыми, магниевыми и другими легкими сплавами; цветных и черных металлов и сплавов пластмассами; цветных металлов и сплавов металлокерамикой; применение древопластов, стеклопластиков и других заменителей; использование вторичных ресурсов.

Технологические факторы:

1) внедрение нового оборудования с улучшенными техническими характеристиками и модернизация и реконструкция существующего, направленные на повышение коэффициентов использования материалов, сокращение отходов и потерь и т.п.;

2) внедрение прогрессивных материалосберегающих технологий – применение методов точного литья, холодной и горячей высадки, изготовление заготовок методом порошковой металлургии и т.п.;

3) внедрение методов упрочняющей технологии;

4) совершенствование методов изготовления и обработки деталей – рациональный раскрой материалов; приближение заготовок к форме и размерам готовых деталей; уменьшение припусков на обработку;

5) повышение уровня механизации и автоматизации производства.

Организационные факторы включают: совершенствование организации производства, системы нормирования расхода материалов, учета фактического использования материальных ресурсов, системы обеспечения материальными ресурсами, контроля качества заготовок и продукции с целью предотвращения брака, а также структурные сдвиги в выпуске продукции, состав, движение и квалификация персонала.

К экономическим факторам относятся следующие: система моральной и материальной заинтересованности работников в эффективном использовании материальных ресурсов, экономическое состояние предприятия, амортизационная и финансовая политика предприятия.

Одним из путей повышения эффективности материалопотребления, снижения материалоемкости производства на предприятии является оценка и анализ указанных факторов, выявление наиболее значимых из них и разработка соответствующих мероприятий по экономному и рациональному использованию материальных ресурсов.

Автором была проанализирована взаимосвязь уровня материалоемкости производства на могилевском заводе транспортного машиностроения “Могилевтрансмаш” с такими факторами, как темп роста выпуска продукции в сопоставимых ценах, обновление ассортимента, потери от брака, степень износа основных фондов, фондоотдача, степень обновления основных фондов, экономия топливно-энергетических ресурсов, производительность труда, доля рабочих, повысивших квалификацию, в среднесписочной численности и др. Анализ проводился за период с 1993 по 1999 г. с разбивкой по полугодиям. Расчеты осуществлялись с помощью технических средств Microsoft Excel.

Как показал анализ, наиболее значимую связь с материалоемкостью имеют следующие факторы:

– потери от брака в процентах к товарному выпуску – коэффициент корреляции 0,90;

– экономия топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) по сравнению с нормой (в процентах) – (-0,68);

– удельный вес рабочих, повысивших квалификацию, в среднесписочной численности рабочих (в процентах) – (-0,55);

– степень обновления основных фондов (в процентах) – (-0,47).

Наиболее сильно материалоемкость производства зависит от потерь от брака. Чем больше выпускается некачественной продукции, списываемой на брак, тем больше расходуется материальных ресурсов при неизменном объеме выпуска и тем больше материалоемкость. Велика зависимость материалоемкости и от экономии ТЭР, что естественно, поскольку

расходы на ТЭР включаются в материальные затраты предприятия; и чем менее эффективно они используются (чем больше их расходы относительно нормы), тем выше материалоемкость.

Обратную и менее сильную связь материалоемкость имеет с удельным весом рабочих, повысивших квалификацию, и степенью обновления основных фондов. Более высокая квалификация рабочих (новые навыки и умения) позволяет им более экономно и рационально использовать материальные ресурсы, что снижает материалоемкость. Аналогично и новые машины и оборудование, имеющие лучшие технические характеристики, способствуют снижению расхода материальных ресурсов.

Таким образом, рассмотренные факторы достаточно полно характеризуют процесс производства на предприятии, охватывая производственный потенциал, трудовые ресурсы завода, качество выпускаемой продукции и работу по рациональному использованию ТЭР.

При изучении тесноты связи следует иметь в виду, что величина коэффициента корреляции является случайной, зависящей от величины выборки. Значимость коэффициентов проверяется по критерию Стьюдента сравнением расчетных значений критерия (табл. 1) с теоретическими.

Табл. 1. Фактические значения критерия Стьюдента

Переменная	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$
t-фактическое	16,926	4,638	2,808	2,167

Примечание:  $X_1$  – потери от брака в процентах к товарному выпуску;  $X_2$  – экономия ТЭР по сравнению с нормой;  $X_3$  – доля рабочих, повысивших квалификацию;  $X_4$  – степень обновления основных фондов.

В данном случае при числе степеней свободы 13 и уровне доверительной вероятности 5% табличное значение критерия Стьюдента равно  $t=2,162$ . Поскольку для всех переменных t-фактическое больше t-табличного, связь между материалоемкостью и выбранными факторными признаками является надежной, а величины коэффициентов корреляции – значимыми.

Это дает основание построить соответствующую модель множественной регрессии:

$$Y=677,8090+5901,0897*X_1-1,0181*X_2-2,7433*X_3-8,4460*X_4, \quad (1)$$

где  $Y$  – материалоемкость производства, руб./тыс. руб.;  $X_1$  – потери от брака в процентах к товарному выпуску, %;  $X_2$  – экономия ТЭР по сравнению с нормой, %;  $X_3$  – удельный вес рабочих, повысивших квалификацию, %;  $X_4$  – степень обновления основных фондов, %.

Надежность уравнения связи и правомерность его использования для практических целей оценивается посредством критерия Фишера (F-

критерия), средней ошибки аппроксимации, коэффициентов множественной корреляции (R) и детерминации (D).

Фактическое значение критерия Фишера составляет 10,31; F-теоретическое при уровне вероятности 5% и числе степеней свободы 4/9 равно 3,63. Поскольку F-фактическое больше F-табличного, то гипотеза об отсутствии связи между уровнем материалоемкости и исследуемыми факторами отклоняется.

Для статистической оценки точности уравнения связи используется средняя ошибка аппроксимации. В нашем случае она составляет 3,46%. Учитывая, что в экономических расчетах допускается погрешность 5-8%, можно сделать вывод, что исследуемое уравнение связи достаточно точно описывает изучаемые зависимости.

Коэффициенты множественной корреляции и детерминации полученной модели равны соответственно  $R=0,91$  и  $D=0,82$ . Это значит, что вариация материалоемкости на 82% обусловлена изменением исследуемых четырех факторов, а на долю других факторов приходится лишь 18% вариации. Следовательно, в корреляционно-регрессионную модель включены наиболее существенные факторы.

Фактические и расчетные значения материалоемкости графически отражены на рис. 1. Как видно, теоретические уровни материалоемкости достаточно близки к фактическим значениям.

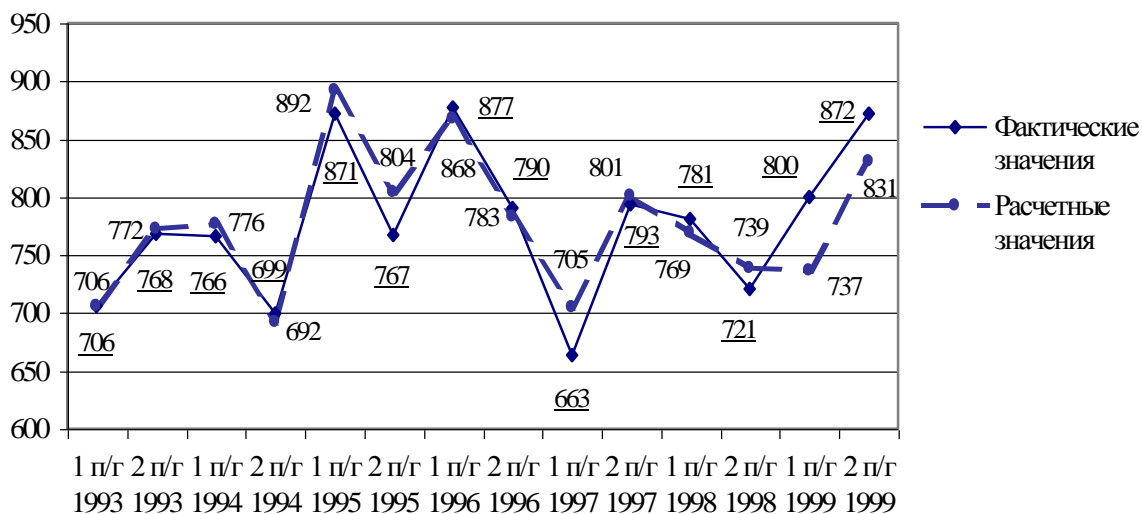


Рис. 1. Фактические и расчетные значения материалоемкости, руб./тыс. руб.

Примечание: фактические значения отображены подчеркнутым шрифтом.

Из формулы (1) следует, что повышение потерь от брака относительно товарного выпуска на 0,001% увеличивает материалоемкость на 5,9011 руб./тыс. руб., увеличение на 1% уровня экономии ТЭР снижает ее на 1,0181 руб./тыс. руб., удельного веса рабочих, повысивших квалификацию, — на 2,7433, степени обновления основных фондов — на 8,4460 руб./тыс. руб.

Однако данные коэффициенты сами по себе дают неполное представление о возможности снижения материалоемкости, поскольку не учитывают подверженность изменению отдельных факторов. О сравнительной силе воздействия каждого фактора на результативный признак, прежде всего, судят по бетта-коэффициентам и коэффициентам эластичности.

Бетта-коэффициенты показывают, что если величина фактора увеличится на одно среднее квадратическое отклонение, то величина признака изменится (увеличится или уменьшится) на долю своего среднее квадратического отклонения. Коэффициенты эластичности характеризуют, на сколько процентов в среднем изменяется функция при изменении аргумента на один процент.

Однако более наглядно степень воздействия факторов на результативный признак характеризует “потенциал” изменения материалоемкости за счет какого-либо фактора – произведение коэффициента регрессии на размах вариации (разницу между максимальным и минимальным значениями) соответствующего показателя в анализируемом периоде.

Значения бетта-коэффициентов, коэффициентов эластичности и “потенциала” изменения материалоемкости представлены в табл. 2.

Табл. 2. Показатели сравнительного воздействия факторов на уровень материалоемкости

Переменная	Бетта-коэффициент	Коэффициент регрессии	Размах, ед.	Потенциал изменения материалоемкости, руб./тыс. руб.	Коэффициент эластичности
X1	0,740	5901,0897	0,028	165	0,157
X2	-0,143	-1,0181	33,2	-34	-0,003
X3	-0,029	-2,7433	2,96	-8	-0,011
X4	-0,089	-8,4460	2,809	-24	-0,015

Наибольшее влияние на уровень материалоемкости производства на заводе “Могилевтрансмаш” оказывают потери от брака (потенциал изменения материалоемкости – 165 руб./тыс. руб.). Остальные факторы значительно уступают по степени воздействия.

Итак, для уменьшения материалоемкости предприятию необходимо, прежде всего, ужесточить производственную дисциплину с целью снижения брака, осуществлять мероприятия по энергосбережению, а также активнее проводить обновление технологического парка оборудования и стимулировать рабочих к повышению квалификации.