

УДК 658.51:621.7

ОБНОВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ БАЗЫ ПРЕДПРИЯТИЯ ПРИ ПЕРЕХОДЕ НА НОВОЕ ИЗДЕЛИЕ

Пашкова Л.А., Петрушин С.И., Губайдулина Р.Х.

ГОУ ВПО «Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского Томского политехнического университета», Юрга, e-mail: Victory_28@mail.ru

Проведен анализ существующих способов перехода на выпуск нового изделия и предложен новый способ для условий массового быстросменного типа производства. При этом критерием выбора способа перехода служит оптимизация издержек для производства. Введено понятие о периоде морального износа изделия, под которым понимается календарный срок выпуска от первого экземпляра изделия до снятия его с производства. Установлено, что срок службы материальной производственной базы (оборудование, оснастка и другие средства технологического оснащения) должен равняться периоду морального износа выпускаемого изделия этому ресурсу. Получено аналитическое выражение для максимально возможной прибыли машиностроительного предприятия на основе анализа текущих удельных приведенных затрат на это производство и намечены три пути ее увеличения, а именно: увеличения разницы между ценой и себестоимостью изделия, сокращения текущих расходов на изготовление и уменьшения такта выпуска изделий. Установлено, что третий путь является наиболее эффективным. Сделан вывод о необходимости одновременной оптимизации конструкции и технологии изготовления изделия. Даны рекомендации по компоновке предприятия, работающего по предложенному способу перехода на новую продукцию.

Ключевые слова: жизненный цикл изделия, способ перехода на выпуск нового изделия, прибыль предприятия, моральный износ изделия, такт выпуска, тип производства

UPDATING OF PRODUCTION BASE THE ENTERPRISES UPON TRANSITION TO THE NEW PRODUCT

Pashkova L.A., Petrushin S.I., Gubaidulina R.H.

Yurga Institute of Technology (branch) of National Research Tomsk Polytechnic University, Yurga, e-mail: victory_28@mail.ru

The analysis of the existing ways of transition to release of a new product is made and the new way for conditions of mass quick-change type of production is offered. Thus as criterion of a choice of a way of transition optimization of expenses for production serves. The concept about the period of an obsolescence of a product which is understood as the calendar term of release from the first copy before removal of a product from production is entered. It is established that service life of material production resources (the equipment, equipment and other means of technological equipment) has to equal to the period of an obsolescence of the let-out product to this resource. Analytical expression for the greatest possible profit of machine-building enterprise on the basis of the analysis of the current specific given costs of this production is received and three ways of its increase are planned, namely: increases in a difference between the price and prime cost of a product, reduction of operating costs of production and reduction of a step of release of products. It is established that the third way is the most effective. The conclusion is drawn on need of simultaneous optimization of a design and manufacturing techniques of a product. Recommendations about configuration of the enterprise working on the offered way of transition to new production are made.

Keywords: the life cycle of products, method of producing a new product, the profits of the enterprise, obsolescence of products, the discharge stroke, type of production

Одной из важнейших задач при переходе на выпуск нового изделия, в особенности для машиностроительных предприятий, является минимизация проблем, связанных с финансовыми потерями, обусловленными вынужденным простоем основного производства. В настоящее время известны несколько способов перехода на выпуск нового изделия машиностроения: с полной остановкой производства на период реконструкции; параллельный метод перевода; «безостановочный» метод; реинженеринг в условиях гибкого производства.

Первые три метода используют при точном крупносерийном производстве [3]. Переход с полной остановкой производства впервые был осуществлён на заводах Форда

ещё в 1927–28 годах при переходе с выпуска автомобиля модели А на новую модель Т. Преимуществом этого способа является организационная и техническая простота, которая одновременно перекрывается недостатками, связанными с сокращением большей части персонала, простоем производства в течение длительного времени и большими финансовыми потерями.

Параллельный метод перехода на выпуск новой продукции применила фирма «JM» в 1929 г. путём строительства параллельных цехов, в которых шло освоение новой технологии. После этого старое производство остановили и осуществили ремонт оборудования. При этом срок простоя сократился по сравнению с первым

способом в 4 раза, однако значительно возросли капитальные вложения.

«Безостановочный» способ [3] основан на планировании совмещённого оборудования и постепенной замене выпуска прежних изделий на новые, начиная с заготовительного производства и заканчивая сборочным. При этом трудовые ресурсы сохраняются, но такт выпуска изделий на период освоения нового производства значительно снижается.

В последнее время в машиностроительной отрасли появилось и интенсивно развивается новое направление, которое обозначается терминами ГПС (гибкая производственная система) и ГАП (гибкое автоматизированное производство). Следует отметить, что появление этих направлений связано именно с проблемами перехода на выпуск новой продукции. В ГАП производственная база состоит из переналаживаемого оборудования с ЧПУ, которое позволяет значительно сократить время технологической подготовки производства. Несмотря на несомненные преимущества этого направления развития, следует отметить и ряд его существенных недостатков:

1. 1. Технология механической обработки заготовок деталей машин базируется на малопроизводительных операциях, а именно, на последовательных одношпиндельных одноинструментных одноместных схемах, т.е. для осуществления гибкого и сравнительно быстрого перехода пришлось снизить производительность труда.

2. 2. Металлорежущее и автоматизированное транспортно-складское оборудование ГАП значительно повышает себестоимость выпускаемых изделий, что обусловлено автоматизацией вспомогательных операций (транспортирование заготовок и инструментов к производственным модулям, контроль обработки и диагностика оборудования, уборка и переработка стружки и т.п.) с целью перехода к так называемой безлюдной технологии.

3. 3. ГПС реализует принцип «диктата производителя», т.е. изделие следует за производством, а не наоборот. На наш взгляд, создание универсальных технологий, без учета особенностей конкретного производства приводит к снижению прибыльности, особенно предприятий машиностроительной отрасли. Поэтому ГАП, реализующих в полном объеме автоматизацию всех основных и вспомогательных работ, в мире насчитывается сравнительно немного.

В целом, рассмотренные выше способы перехода на выпуск нового изделия имеют один общий недостаток – это стремление организовать новое производство на месте

прежней производственной базы. К. Маркс о смене производства в своем труде «Капитал. Критика политической экономии» писал следующее: «Благодаря прогрессу промышленности в средствах труда совершаются постоянные перевороты. Поэтому они возвращаются не в своей первоначальной форме, а в форме, претерпевшей переворот. С одной стороны, то обстоятельство, что масса основного капитала вкладывается в дело в определённой натуральной форме и должна просуществовать в ней известный срок жизни, служит причиной того, что новые машины и т.д. вводятся лишь постепенно, а потому является помехой быстрому и повсеместному введению усовершенствованных средств труда. Но, с другой стороны, конкурентная борьба, в особенности во время решающих переворотов, заставляет заменять старые средства труда ещё до их смерти новыми средствами труда. Катастрофы, кризисы – вот что главным образом принуждает к такому преждевременному обновлению оборудования предприятий в широком общественном масштабе».

Данное положение детально рассмотрел Г.А. Шаумян в работе [5]. «Сроки службы техники не всегда определяются её физической долговечностью. Чаще всего они определяются качеством выпускаемой продукции, требования к которому постоянно растут, заставляя модернизировать или вовсе заменять выпускаемую продукцию... Можно сказать, что качество технологических машин определяется тем, насколько с их помощью производят больше, лучше и дешевле. Как видим, качество и массовость входят в противоречие, так как первое требует непрерывно совершенствовать продукцию (быстротенность производства), а второе – постоянство выпуска продукции данного качества... Таким образом, быстротенность производства – это признак, присущий не только мелкосерийному производству, как это принято считать, а характерный признак развития современной техники... необходимо видеть рождение нового вида производства со следующей характеристикой: *массовое быстрое производство...* (курсив наш). Эта гигантской трудности задача должна быть решена для того, чтобы автоматизация из рычага технического прогресса не превратилась в его тормоз».

На наш взгляд, именно такую ситуацию мы наблюдаем в последние годы в отечественном и мировом машиностроении. Отказ от комплексной автоматизации основного производства и переход на принципы гибкой технологии привёл, в конечном счёте, к снижению нормы прибыли в ма-

шиностроению по сравнению с остальными сферами производства продукции, следовательно, к оттоку капитала в другие отрасли и даже к его выводу из производственного цикла. Исправить это положение и вернуть привлекательность механической технологии для капиталовложений можно только резко повысив прибыльность машиностроительной промышленности.

Из работы [1] следует, что момент перевода производства на выпуск нового изделия должен совпадать с периодом морального износа T_m выпускаемой машины, т.е. с интервалом времени от момента серийного выпуска первого экземпляра до момента снятия данной модели с производства. Определение показателя T_m является важной задачей маркетинга рынка, которая решается до пуска изделия в производство, так как по нему рассчитывают оптимальную программу выпуска и ожидаемую прибыль.

Так что же мешает одновременно со снятием изделия с выпуска полностью обновить производственную базу машиностроительного предприятия? Ответ очевиден – разные сроки службы оборудования [4], которые, как правило, превышают ресурс изготавливаемого изделия до его морального износа. Отсюда следует вывод: *срок службы материальной производственной базы (оборудование, оснастка, другие средства технологического оснащения) должен равняться этому ресурсу.* Если принять это за основу, то сформированный в работе [4] подход к эксплуатации изделия с учетом его жизненного цикла применим и для этапа его изготовления с той лишь разницей, что под изделием понимается не машина, а весь комплекс литейного, кузнечно-прессового, металло-режущего, сборочного, подъёмно-транспортного и иного вспомогательного оборудования и оснастки.

Следовательно, текущие удельные приведенные затраты на этапе производства следует рассчитывать по формуле [4]:

$$Z_{пр} = C_{пр} \tau + \frac{K_{и}}{\tau + 1}, \quad (1)$$

где $K_{и}$ – капитальные вложения на строительство и организацию производства новой машины, в условных единицах стоимости (у.е.с.);

$C_{пр}$ – коэффициент текущих затрат на обслуживание производства, у.е.с./у.е.в.², (у.е.в. – условные единицы времени).

Минимальные затраты по формуле (1) должны соответствовать периоду T_m морального износа данного изделия. Тогда из формулы (1) получим следующие выражения:

– период морального износа

$$T_m = \sqrt{\frac{K_{и}}{C_{пр}}};$$

– минимальные удельные приведенные затраты

$$Z_{пр.мин} = C_{пр} T_m + \frac{K_{и}}{T_m + 1};$$

– оптимальные капитальные вложения в производство

$$K_{и.опт} = C_{пр} T_m^2. \quad (2)$$

В работе [4]: была предложена формула для расчёта величины абсолютной прибыли машиностроительного предприятия

$$\Pi = \frac{T_m}{t_d} \left[0,5 \frac{T_m}{t_d} (\Pi_{и} - C_{и}) - K_{и} \right], \quad (3)$$

где $C_{и}$ – себестоимость одного изделия, у.е.с.; $\Pi_{и}$ – цена изделия, у.е.с.; t_d – интервал времени, через который периодически производится выпуск изделий (такт выпуска), у.е.в.

Подставив (2) в выражение (3), получим формулу для расчёта прибыли предприятия осуществляющего переход на выпуск нового изделия с полной заменой производственной базы:

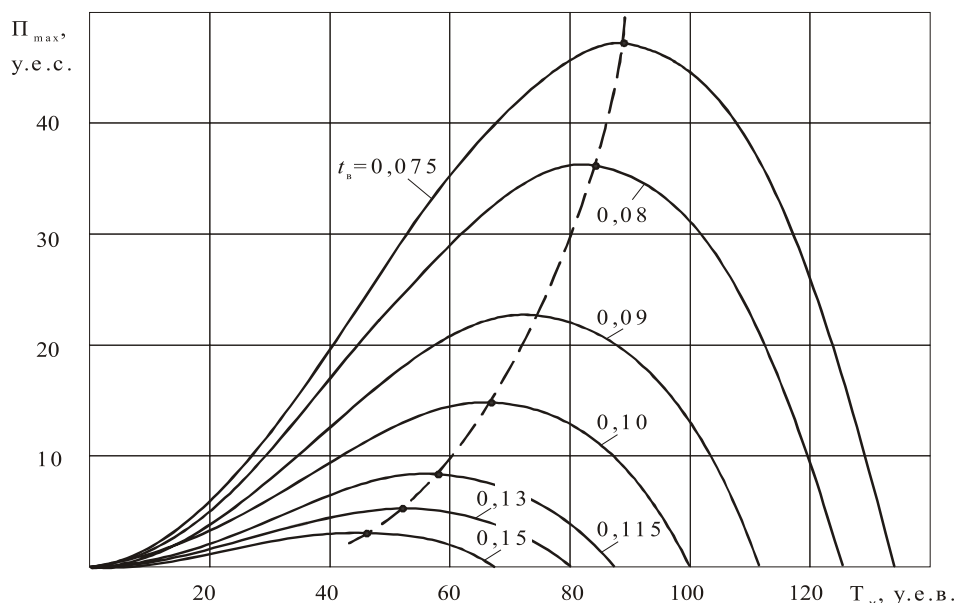
$$\Pi = \frac{T_m}{t_d} \left[0,5 \frac{T_m}{t_d} (\Pi_{и} - C_{и}) - C_{пр} \cdot T_m^2 \right]. \quad (4)$$

На рисунке приведены зависимости изменения прибыли по формуле (4) от периода T_m морального износа изделия и такта её выпуска при следующих условиях: цена изделия $\Pi_{и} = 1000$ у.е.с.; себестоимость изделия $C_{и} = 800$ у.е.с.; коэффициент текущих производственных затрат $C_{пр} = 10$ у.е.с./у.е.в.², из которых следует, что для каждого значения такта выпуска существует максимальная прибыль и соответствующий оптимальный период морального износа выпускаемого изделия. Приравняв к нулю производную от T_m , получим

$$T_{м.опт} = \frac{\Pi_{и} - C_{и}}{3 \cdot C_{прд} \cdot t}, \quad (5)$$

т.е. оптимальные периоды морального износа определённых изделий при прочих равных условиях обратно пропорциональны такту их выпуска. Если исходными данными является показатель T_m , то можно рассчитать оптимальный такт выпуска, обеспечивающий максимальную прибыль:

$$t_{д.опт} = \frac{\Pi_{и} - C_{и}}{3 \cdot C_{пр} \cdot T_{м.опт}}.$$



Зависимости изменения прибыли от периода T_m морального износа изделия и такта t_g ее выпуска [$C_u = 1000$ у.е.с.; $C_n = 800$ у.е.с.; $C_{пр} = 10$ у.е.с./у.е.в.²]

При этом, чем меньше $T_{m,опт}$, тем меньше величина максимальной прибыли, которую может получить данное предприятие (см. штриховую линию на рисунке).

Подставив выражение (5) в (4), получим формулу для расчёта максимальной прибыли:

$$P_{max} = \frac{(C_u - C_n)^3}{54 \cdot C_{пр}^2 \cdot t_d^4} \quad (6)$$

Здесь так же, как и в выражении (4) прибыль P_{max} также обратно пропорциональна такту выпуска, но уже не во второй, а в четвёртой степени. Из (6) следует, что для получения максимальной прибыли необходимо:

- увеличить разницу между ценой изделия и его себестоимостью;
- сократить текущие расходы на производство (показатель $C_{пр}$);
- уменьшить такт выпуска изделий.

Если первые два условия являются общеизвестными, то последнее требует более тщательного анализа по ряду причин. Во-первых, зависимость между тактом выпуска и максимальной прибылью самая интенсивная (в четвёртой степени) и это свидетельствует о том, что наиболее эффективный путь повышения прибыльности предприятия заключается в уменьшении такта выпуска. Так, при снижении t_d в два раза максимальная прибыль возросла почти в 16 раз (рисунок). Во-вторых, согласно выражению

(5), уменьшение t_d автоматически приводит к увеличению оптимального периода морального износа машины, который обусловлен прежде всего эффективностью и конкурентоспособностью изделия.

Таким образом, для того, чтобы обеспечить максимальную прибыль, необходимо обеспечить одновременное выполнение условий (5) и (6), т.е. должна быть проведена одновременная оптимизация этапа проектирования машины через $T_{m,опт}$ и этапа её изготовления через t_d . Таким образом, экономически конструкция изделия и технология его изготовления взаимосвязаны посредством максимально возможной прибыли предприятия-изготовителя [2, 6].

Следует отметить, что изложенное выше будет справедливо лишь для производства, построенного на принципе оптимального перехода к выпуску нового изделия. Для реализации данного подхода производственную базу предприятия следует разделить на две равноценные части, одна из которых в данный момент времени выпускает традиционные изделия. В это же время в другой части производственной базы происходит создание и оснащение производства для выпуска нового изделия с заранее определённым тактом выпуска. При достижении первым изделием морального износа осуществляют быстрый переход на выпуск нового изделия. Первая часть производства подлежит полному демонтажу

с последующей организацией выпуска более перспективного изделия.

Для устойчивого функционирования основного производства необходима соответствующая материальная база вспомогательного производства, основная задача которого заключается в проектировании и изготовлении средств для производства новой машины. Причем эта работа должна вестись систематически в постоянном режиме, чтобы обеспечить оптимальный переход на выпуск более совершенного изделия. Так как в этой производственной сфере тип производства соответствует единичному и мелкосерийному характеру, то здесь целесообразно широкое применение принципов гибкой технологии.. Мощное инструментальное и опытное производство являются дополнительной поддержкой успешно функционирующего предприятия, обеспечивая его устойчивость и высокую рентабельность.

Список литературы

1. Губайдулина Р.Х. Расчет рентабельной программы выпуска изделий машиностроения / Р.Х. Губайдулина // Организатор производства. – 2013. – № 2 (57) – С. 75–78.
2. Gubaidulina R.H. Selecting an Economical Variant of the Manufacturing Method of Engineering Product Fabrication under Current Conditions / R.H. Gubaidulina, S.I. Petrushin, A.A. Galeeva // Applied Mechanics and Materials. – 2013. – Vol. 379. –P. 613–616.
3. Демьянюк Ф.С. Технологические основы поточно-автоматизированного производства. – М.: Высш. шк., 1968. – 700 с.
4. Петрушин С.И., Губайдулина Р.Х. Принципы оптимизации жизненного цикла изделий машиностроения / С.И. Петрушин, Р.Х. Губайдулина // Известия Томского политехнического университета. – 2012. – № 6. (321) – С. 96–100.
5. Шаумян Г.А. Комплексная автоматизация производственных процессов / Г.А. Шаумян. – М.: Машиностроение, 1973. – 640 с.
6. Петрушин С.И., Губайдулина Р.Х. Организация жизненного цикла изделий машиностроения // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014 – № 7. – С. 137–138.