

Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esj.today>

2021, №6, Том 13 / 2021, No 6, Vol 13 <https://esj.today/issue-6-2021.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/33ECVN621.pdf>

**Ссылка для цитирования этой статьи:**

Кужанбаев, Р. Т. Выравнивание такта производства путем дробления партии детали-сборочных единиц в процессе изготовления / Р. Т. Кужанбаев // Вестник евразийской науки. — 2021. — Т. 13. — № 6. — URL: <https://esj.today/PDF/33ECVN621.pdf>

**For citation:**

Kuzhanbaev R.T. Alignment of the production cycle by splitting a batch of sub-assembly units during the manufacturing process. *The Eurasian Scientific Journal*, 13(6): 33ECVN621. Available at: <https://esj.today/PDF/33ECVN621.pdf>. (In Russ., abstract in Eng.).

**Кужанбаев Рустам Тауфилович**

ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева»,  
Самара, Россия  
E-mail: [Rustam\\_Zvuk@mail.ru](mailto:Rustam_Zvuk@mail.ru)

## **Выравнивание такта производства путем дробления партии детали-сборочных единиц в процессе изготовления**

**Аннотация.** На современном этапе производственный процесс на машиностроительном предприятии включает в себя технологический, складской, погрузочно-разгрузочный, транспортный, а также комплектовочный и другого рода процессы. Машиностроительное производство характеризуется в качестве сложного. В рамках изготовления изделий первой ступенью выступает создание партии детали-сборочных единиц. Эта первая ступень оказывает заметное влияние на динамику и ритм производства в машиностроительной отрасли. Она же нередко актуализирует необходимость его выравнивания. Последнее может успешно осуществляться путем дробления партии детали-сборочных единиц в процессе изготовления. В статье раскрываются так называемые «симптоматические» методы решения проблемы дробления партии детали-сборочных единиц. Особенно когда проблема уже возникла и очень важно в максимально короткий срок «устранить симптомы». Также в статье характеризуются еще и «профилактические методы», ориентированные на предотвращение появления такого рода ситуаций в будущем. Приводятся примеры и методики на основе использования программного продукта «1С: ERP Управление предприятием 2».

Подчеркивается важность определения количества сборочных комплектов деталей, а также объемов их операционных партий, которые обеспечивают непрерывность механосборочного производства и одновременно минимизацию запасов. Указывается, что при расчете оптимального количества сборочных комплектов обязательно должны учитываться непроизводительные затраты времени непосредственно для технологических комплексов инвариантно их специализации.

Применение специальных автоматизированных, технологических и расчетных методов дробления партии детали-сборочных единиц в процессе изготовления на машиностроительном предприятии способно повышать эффективность функционирования как отдельного цеха, так и предприятия в целом.

**Ключевые слова:** машиностроительное предприятие; такт производства; выравнивание производства; детали-сборочные единицы; методы дробления партии; программный продукт «1С: ERP Управление предприятием 2»

## Введение

В качестве основной задачи практически любого технологического комплекса изготовления деталей выступает обеспечение потребностей сборки машин. С этой целью очень важно, чтобы расчетное (и, конечно же, принятое) количество оборудования технологического комплекса было определено с обязательным учетом имеющихся место специфик его эксплуатации непосредственно в составе комплекса, а также возникающих в этом случае непроизводительных затрат времени [1]. В этом отношении следует указать, что зависимость расчетного количества оборудования непосредственно от числа возвратных переналадок является существенной [2].

Кроме этого, при изготовлении партии детали-сборочных единиц (далее по тексту — ДСЕ) (к примеру, 50 шт.), порою возникает необходимость на каком-либо из этапов производства оторвать часть деталей вперед от основного количества (к примеру, для комплектации сборки или по требованию заказчика). Данный вопрос также требует своего решения.

При заранее определенной программе выпуска количество переналадок прямым образом связано с размером партий деталей, которые изготавливаются между переналадками. Подавляющее большинство существующих в настоящее время методик определяют размер партий между переналадками в прямой зависимости от стойкости, а также необходимости смены инструмента, либо же заранее разработанного на промышленном машиностроительном предприятии плана выпуска определенных деталей [3].

В этом отношении выравнивание производства — это инструмент, который позволяет ускорить отгрузки, а также выровнять нагрузку на поток. При этом в производстве управление процессами обладает двумя значимыми функциями<sup>1</sup>:

1. Управление графиком работы.
2. Балансирование нагрузки, а также управление производственными возможностями [4].

Необходимо указать, что под выравниванием будет пониматься однородная загрузка производства либо же выравнивание производства по объему и видам продукции на протяжении фиксированного периода времени. Такого рода инструмент помогает эффективным образом удовлетворять спрос клиента, при этом избегая работы партиями, и неизменно ведет к минимизации капитальных затрат, запасов, рабочей силы, а также времени производственного цикла непосредственно по всему потоку создания ценности [5].

В этом отношении И.Л. Волчкович считает, что важно разработать методику оптимизации процесса определения размера партий деталей непосредственно между переналадками, базовой целевой функцией которой выступает минимизация запасов при практически полном обеспечении потребностей сборки [6].

Основная задача обеспечения потребностей сборки необходимыми деталями неизменно сводится к вычислению времени изготовления необходимого числа деталей, которые составляют  $N$  сборочных комплектов, а также времени расходования этого же количества  $N$  комплектов деталей сборкой [7]. Время комплектования на складе следует считать несущественным в сравнении со временем изготовления деталей, а также временем осуществления сборки.

---

<sup>1</sup> Выравнивание сроков производства. — URL: <https://book.tn.ru/viravnivanie-proizvodstva/>. — Дата обращения: 24.10.2021). — Текст: электронный.

В целом И.Л. Волчкевич приходит к заключению, что в многономенклатурном производстве на машиностроительных предприятиях нередко можно наблюдать возникающее противоречие между поштучным характером осуществления сборки машин и одновременно партионным изготовлением определенных деталей [8].

При этом обеспечение потребностей сборки через увеличение запасов деталей неизменно ведет к заметному росту объемов на промышленном предприятии незавершенного производства, а также нередко неоправданным производственным затратам.

В этом случае непрерывность механосборочного производства неизменно обеспечивается в процессе изготовления и подачи на сборку определенных деталей сборочными комплектами. При этом их количество, а также объемы партий более эффективно определять с обязательным учетом непроизводительных затрат времени в прямом соответствии с определенной методикой, апробированной практически путем для соответствующих технологических комплексов инвариантно их специализации.

В свою очередь А. Голдун, рассматривая дробление партий деталей после запуска на примере программного продукта «1С: ERP Управление предприятием 2», указывает, что в настоящее время дробления партии ДСЕ в процессе изготовления — это весьма актуальный вопрос. Он достаточно свойственен для сложного машиностроительного производства в процессе изготовления деталей, которые находятся в самом низу структуры изделия. Весь процесс включает в себя следующие несколько этапов [9].

- Запуск партии ДСЕ на  $n$  деталей.
- Протекание первого этапа обработки.
- На втором этапе актуализируется необходимость отделить от партии  $m$  заготовок детали и затем отправить дальше по маршруту. В таком случае  $(n-m)$  заготовок остаются на неопределенный срок в цехе.

Целью работы является изучение существующих способов практической реализации процесса дробления партии детали-сборочных единиц в процессе изготовления, их систематизация, анализ, а также определение из них наиболее оптимального с точки зрения экономической эффективности.

### Методы решения

Решение выше-обозначенного вопроса может осуществляться различными способами и на разных уровнях. Однако в этом случае следует учитывать, что наиболее очевидные решения не во всех случаях являются верными.

Поэтому необходимо в первую очередь разобраться в сущности происходящих процессов. В этом отношении необходимо выделить несколько базовых вопросов, ответы на которые следует найти для разработки эффективного решения. В числе таких вопросов могут быть следующие:

1. С чем именно связан запуск такой партии деталей (например, 10), а не иной?
2. В этом же цеху происходит последующая обработка заготовок после того, как было принято решение о делении партии или в другом?
3. Все заготовки остаются в данном цеху либо же они затем передаются на склад?
4. В том случае, если заготовки передаются на склад, каким образом происходит идентификация?

5. Имеются ли проблемы с инвентаризацией, а также получением информации относительно наличия такого рода заделов заготовок?
6. Насколько часто происходит подобное?
7. На какой именно срок может залежаться данный задел?
8. Имеется ли вероятность того, что не будет запланированного последующего продолжения обработки оставшихся деталей?
9. Возможно ли, что обработка будет проходить альтернативным путем, с получением иных номенклатурных позиций?

Все рассматриваемые решения условно по подходам можно разделить на следующие два класса: во-первых, это так называемые «симптоматические» решения, во-вторых, это своего рода «профилактические» решения. При этом первые ориентированы на решение либо же минимизацию проблемы непосредственно по факту ее появления. В свою очередь вторые обладают более глубоким методическим характером и ориентированы на предотвращение появления такого рода проблем.

Дальше обзорно рассмотрим технологию «симптоматического» решения.

В первую очередь необходимо отметить, что такой вид решения в любом случае приводит к необратимым временным, а, следовательно, и экономическим потерям, связанным с:

1. простоями оборудования и обслуживающего персонала при пуско-наладочных работах;
2. дополнительными трудозатратами сотрудников инструментальных кладовых;
3. необходимостью проведения дополнительных контрольных операций;
4. необходимостью оформления дополнительного комплекта документации на «формально» отдельную партию деталей.

В рамках технологии такого вида имеют место три варианта для решения возникшей проблемы по необходимости дробления партии ДСЕ.

Первый вариант — это разбивка всей цепочки этапов, также включая и завершённые. Несмотря на свою очевидность решения, могут проследиваться его отдельные недостатки, а именно:

1. Имеет место необходимость оформления физических дубликатов сопроводительной документации.
2. Возникает необходимость делить уже ранее понесенные затраты. Это может оказаться достаточно непростым либо же даже не иметься возможности корректно поделить партию ДСЕ.

Кроме этого, штатными средствами конфигурации эту задачу можно решить исключительно вручную, что связано с существенными неудобствами. Для подобного решения доработка в типовой конфигурации не планируется, потому как методическая сторона такого подхода является сомнительной.

Второй вариант — это выпуск полуфабриката. В этом случае принимаемое решение заключается именно в том, что вся текущая цепочка этапов обработки прерывается и затем оформляется выпуск заготовки детали непосредственно в текущем состоянии, в качестве полуфабриката.

В целом решение реализуется имеющимися в распоряжении на данный момент средствами системы вручную. С этой целью можно использовать рабочее место управления последовательностью этапов деятельности в цепочке, в который должны вноситься все необходимые изменения.

Затем повторно происходит формирование цепочки этапов для осуществления производства детали именно по той же спецификации, однако при этом происходит удаление первых двух этапов и одновременно добавление полуфабриката на вход третьего этапа.

Наконец, третий вариант — это частичное выполнение этапов.

Используемая на машиностроительном предприятии автоматизированная система (например, это «1С: ERP Управление предприятием 2») позволяет отражать постепенное выполнение соответствующих этапов. Для данного этапа производство остается в статусе «Начат» и именно по нему отражаются постепенный расход материалов, а также понесенные трудозатраты и, наконец, выпущенные изделия. Все эти события могут происходить частями в разные даты, в их числе в различных расчетных периодах. С этой целью при соответствующих табличных частях этапа производства обязательно должны быть сняты такие флажки, как «Отгружать одной датой», «Расход одной датой», а также «Производство одной датой», что, в конечном итоге, приведет к возникновению колонки с датой в табличных частях. При этом в системе, не дожидаясь завершения предыдущего, можно начать следующий этап.

Неудобством подобного решения является необходимость держать этапы незавершенными продолжительное время с постепенным изменением.

Такого рода проблема может быть нивелирована с применением функциональности производственных операций непосредственно на внутрицеховом уровне. Такого рода операции способствуют детализации выполнения этапа как технологически (непосредственно по технологическим операциям маршрута), а также количественно. Это способствует возникновению возможности управлять именно частичным выполнением и выработать документ, который отражает выполнение только части этапа.

Далее обзорно рассмотрим такой вид решения, как «профилактические». В рамках этого вида решения можно назвать следующие варианты.

Во-первых, это подбор оптимальной партии запуска.

В том случае, если при ответе на первый, обозначенный выше, вопрос становится ясным, что запуск большой партии связан с низким качеством планирования, а также имеется информация о срочной потребности партия запуска ДСЕ вполне могла бы быть сокращена, тогда желательно заблаговременно принять решение в отношении того, чтобы производство на машиностроительном предприятии планировалось именно оптимальными партиями. При этом оптимальная партия может определяться разными способами. Так, эмпирический способ заключается в осуществлении анализа исторической статистики аналогичных ситуаций, а также подборе именно такой величины партии запуска, в рамках которой потребность в разделении партии ДСЕ будет сведена к разумному минимуму (рис. 1)<sup>2</sup>.

В этом случае следует понимать, что затраты на хранение детали могут включать в себя не только стоимость складских площадей, но также и стоимость замороженных в НЗП оборотных средств, а также риски хранения и т. п.

---

<sup>2</sup> Моисеева Н.К. Экономические основы логистики: учеб. пособие. М.: ИНФРА-М, 2018. 528 с.



**Рисунок 1.** Графическое определение оптимального размера партии

В свою очередь размер оптимальной партии ДСЕ экономически может быть определен по следующей формуле [10]:

$$\text{Оптимальная партия запуска} = \sqrt{2 \times \frac{\text{Постоянные затраты на запуск партии} \times \text{Годовая потребность в деталях}}{\text{Затраты на сохранение 1 детали в течение года}}}$$

При этом постоянные затраты на запуск партии могут включать в себя переналадку, транспортировку и подобные составляющие, которые не зависят от величины запускаемой партии.

Приведем пример. Условия являются следующие:

Деталь состоит из материала, стоимость которого составляет 1 000 руб.

Для запуска партии переналадка и транспортировка составляет — 3 000 руб.

В год необходимо выпустить 1 000 шт. деталей.

Проценты по кредиту составляет 10 % годовых. То есть в год в 100 руб. за деталь обходится заморозка средств.

Складское хранение составляет в год на деталь 50 руб.

Оптимальная партия в этом примере получается следующим образом:

$$\sqrt{2 \times \frac{3000 \times 1000}{100 + 50}} = 200 \text{ деталей}$$

Следующий вариант — это заблаговременное разбиение процесса. То есть в отдельных случаях партия запуска ДСЕ в начале процесса не может по технологическим причинам быть уменьшена, однако в продолжении процесса партия ДСЕ для последующей обработки может быть несколько меньше.

В качестве характерного примера можно назвать раскрой, а также выштамповка из листового материала большого объема одинаковых деталей. К примеру, из листа за 1 удар штампа получается 1 000 заготовок детали, и технологически это нельзя уменьшить. Однако в дальнейшем такого рода заготовки могут обрабатываться меньшими партиями, в том числе поштучно.

Целесообразно при этом сразу разделить производственный процесс на 2 части, которые подразумевают асинхронное планирование с различными партиями запуска ДСЕ.

При подобном описании автоматизированная система (например, это «1С: ERP Управление предприятием 2») позволяет независимо для самой детали, а также для заготовки успешно подбирать оптимальную партию и максимально эффективным образом осуществлять управление такого рода производством. Также при подобной схеме штатным образом разрешаются задачи оценки стоимости запасов, инвентаризации, возникает возможность практически безболезненно поддержать отдельный альтернативный маршрут последующей обработки детали. Наконец, происходит реализация этого вопроса штатными средствами автоматизированной системы.

Конечно же, перечень описанных решений нельзя назвать исчерпывающим. Кроме этого, представленные решения отражают сущность возможностей решения вопроса относительно целесообразности дробления партии ДСЕ в процессе изготовления с точки зрения выравнивания такта производства и долгосрочных последствий, опирающихся, например, на архитектуру системы «1С: ERP Управление предприятием 2» [10].

### Выводы

Архитектура управления производством машиностроительным предприятием позволяет решить немало разного рода задач. Однако применяемый способ для пользователя может быть не всегда удобным. Практическое воплощение такого рода решений может осуществляться и практически полностью на типовых механизмах, и с применением доработок на внедрении, которые реализуют более удобные инструменты непосредственно для отдельных случаев, которые скрывают под собой архитектурные особенности.

С точки зрения экономической эффективности, при оптимизации производственного процесса необходимо не упускать из внимания тот факт, что «симптоматический» подход к решению рассматриваемой проблемы неизбежно приводит к невосполнимым затратам. В свою очередь «профилактический», являясь стратегически, несомненно, более выгодным по определению далеко не всегда предоставляет возможность решить сиюминутные задачи выравнивания синхронного течения производства, направленные на обеспечение потребностей сборки. Следовательно, можно сказать, что при необходимости допустимо использование, как первого, так и второго подхода, в зависимости от конкретной ситуации. При рациональном тяготении к «профилактическому».

### ЛИТЕРАТУРА

1. Промышленность России на мировом рынке: состояние, проблемы, перспективы / Иванов И.Н., Лукьянова Т.В. — Текст: непосредственный // Сталь. — 2019. — № 10. — С. 66–73.
2. Федосеев, Д.В. Отбор деталей ГТД для изготовления с помощью аддитивных технологий / Д.В. Федосеев, П.Ю. Козляков, А.В. Попарецкий, П.А. Стариков. — Текст: непосредственный // Аддитивные технологии. — 2020. — № 4. — С. 28–33.
3. Технология и организация производства продукции и услуг / составитель М.Е. Жилкин. — Москва, 2020. — 156 с. — Текст: непосредственный.

4. Пикурен, В. Проблематика перехода на полуфабрикатный партионный учет в производстве / В. Пикурен. — URL: <https://razdolie.ru/company/articles/problematika-perekhoda-na-polufabrikatnyu-partionnyu-uchet-v-proizvodstve/#%>. (дата обращения: 31.10.2021). — Текст: электронный.
5. Шараев, В.П. Хейдзунка как инструмент повышения стабильности производственного процесса / В.П. Шараев // Наука и общество в эпоху перемен. — 2016. — № 1(2). — С. 77–80.
6. Волчкевич, И.Л. Обеспечение потребностей сборки при изготовлении деталей машин / И.Л. Волчкевич. — Текст: непосредственный // Сборка в машиностроении и приборостроении. — 2012. — № 2. — С. 34–37.
7. Волчкевич, И.Л. Основы выбора состава оборудования проектируемых технологических комплексов из станков с ЧПУ / И.Л. Волчкевич. — Текст: непосредственный // «Машиностроение и техносфера XXI века»: Сборник докладов междунар. науч.-технич. конференции. — Донецк. 2010. — С. 78–83.
8. Волчкевич, И.Л. Оптимизация размера партий при изготовлении деталей машин с точки зрения обеспечения потребностей сборки / И.Л. Волчкевич. — Текст: непосредственный // Машиностроение и компьютерные технологии. — 2012. — № 4. — С. 42–50.
9. Голдун, А. Дробление партий деталей после запуска / А. Голдун — url: [https://consulting.1c.ru/upload/adminfiles/services/erp\\_academy-goldun-droblenie\\_partii\\_detalei.pdf](https://consulting.1c.ru/upload/adminfiles/services/erp_academy-goldun-droblenie_partii_detalei.pdf). — (дата обращения: 08.11.2021). — Текст: электронный.
10. Стерлигова А.Н., Семенова И.В. Оптимальный размер заказа, или загадочная формула вильсона // Логистик & Система. — 2018. — № 2–3.

**Kuzhanbaev Rustam Taufihovich**

Samara National Research University, Samara, Russia  
E-mail: [Rustam\\_Zvuk@mail.ru](mailto:Rustam_Zvuk@mail.ru)

## **Alignment of the production cycle by splitting a batch of sub-assembly units during the manufacturing process**

**Abstract.** At the present stage, the production process at a machine-building enterprise includes technological, warehouse, loading and unloading, transport, as well as picking and other processes. Engineering production is characterized as complex. As part of the manufacture of products, the first step is the creation of a batch of assembly parts. This first step has a significant impact on the dynamics and rhythm of production in the engineering industry. She often actualizes the need for its alignment. The latter can be successfully carried out by crushing a batch of sub-assembly units during the manufacturing process. The article reveals the so-called "symptomatic" methods for solving the problem of splitting a batch of assembly parts. Especially when the problem has already arisen and it is very important to "eliminate the symptoms" as soon as possible. Also, the article also describes "preventive methods" aimed at preventing the occurrence of such situations in the future. Examples and techniques based on the use of the software product "1C: ERP Enterprise Management 2" are given.

The importance of determining the number of assembly kits of parts, as well as the volumes of their operational batches, which ensure the continuity of mechanical assembly production and at the same time minimize stocks, is emphasized. It is indicated that when calculating the optimal number of assembly kits, unproductive time expenditures must be taken into account directly for technological complexes, invariantly of their specialization.

The use of special automated, technological and computational methods for crushing a batch of assembly parts in the manufacturing process at a machine-building enterprise can increase the efficiency of the functioning of both a separate workshop and the enterprise as a whole.

**Keywords:** machine-building enterprise; production cycle; production leveling; part-assembly units; batch splitting methods; software product "1C: ERP Enterprise Management 2"