

2018) in 3 Vol., South-Western State University, Kursk. – 2018. – pp. 286-291.

3. Yamnikov, A.S., Malikov, A.A., Valikov, E.N., Sidorkin, A.V. Resource-saving technologies in manufacturing cylindrical cog-wheels // *Engineering Techniques*. – 2008. – No.7. – pp. 7-10.

4. Malikov, A.A., Sidorkin, A.V., Yamnikov, A.S. Technology of circular teeth machining of shaver-rollers on NC machines // *Science Intensive Technologies in Mechanical Engineering*. – 2011. – No.6 (06). – pp. 15-20.

5. Malikov, A.A., Sidorkin, A.V., Yamnikov, A.S. Complex technology of manufacturing shaver-roller for machining cylindrical cog-wheels with circular teeth // *Fundamental and Applied Problems of Engineering and Technology*. – 2012. – No.2. – pp. 53-59.

6. Sidorkin, A.V., Salimov, D.M. Procedure for reference point coordinates computation at complex spatial motion of preliminary shaping of shaver-roller circular teeth in

processing centers // *Science Intensive Technologies in Mechanical Engineering*. – 2014. – No.2 (32). – pp. 24-29.

7. Malikov, A.A., Sidorkin, A.V., Rakhmetov, S.L. To the problem of technological limitations conditioned by tool design used in shaving-rolling cylindrical cog-wheels with circular teeth // *Proceedings of TulaSU. Engineering Sciences*. – 2018. Issue 1. – pp. 165-171.

8. Ginzburg, E.G., Golovanov, N.F., Firun, N.B., Khabalsky, N.T. *Gearings: reference book*. – L.: Mechanical Engineering. 1980. – pp. 416.

9. Sukhorukov, Yu.N., Evstigneev, R.I. Tools for cog-wheels machining by free over-rolling. – N.: *Engineering*, 1983. – pp. 120.

10. Valikov, E.N., Belyakova, V.A. *Gog-Wheel Cheek Cutting-Deforming Finishing: monograph*. – Tula: Publishing House of TulaSU, 2011. – pp. 216.

Рецензент д.т.н. В.Д. Артамонов

УДК 658.561.2

DOI: 10.30987/article\_5b71326dee2365.57167258

В.П. Вороненко, д.т.н., М.И. Седых, к.т.н., А.Д. Шашин, аспирант  
(ФГБОУ ВО МГТУ «СТАНКИН», 127055, Россия, Москва, Вадковский переулок, 3а)  
E-mail: andsmart@mail.ru

## Научное совершенствование технологической подготовки многономенклатурного производства

*Сокращение времени технологической подготовки производства в многономенклатурном производстве достигается возможным за счет разработки метода, который учитывает текущую информацию производственного участка.*

**Ключевые слова:** технологическая подготовка производства; планирование; директивный технологический процесс; текущее состояние; производственный участок.

V.P. Voronenko, D. Eng., M.I. Sedykh, Can. Eng., A.D. Shashin, Post graduate student  
(FSBEI HE MSTU "STANKIN", 3a, Vadkovsky Side Street, Moscow, Russia, 127055)

## Technological preparation science intensive improvement in multiproduct production

*Time decrease in technological pre-production in multiproduct production is possible at the expense of the development of a method which takes into account current information of a production section.*

**Keywords:** technological pre-production; planning; directive engineering procedure; current state; production section.

Сокращение производственных потерь времени [3] наряду с сокращением штучно-калькуляционного времени является одним из главных факторов непрерывного выпуска изделий в условиях многономенклатурного производства. Рассматривая многономенклатурное производство, необходимо помнить о та-

кой особенности, как отработка конструктивных элементов опытного образца и его технологии изготовления перед непосредственным запуском в серию.

Любые неудовлетворительные статические/динамические испытания влекут за собой конструктивные изменения в деталях. В таком

случае технологом ОГТ приходится перепланировать технологический процесс изготовления изделий. Предположим, что подобные детали имеют такие сложности конструкции (рис.1) как аэродинамический контур, закрытые маловыводные поверхности, которые воз-

можно обработать только при 5-ти осевой программной обработке специальным инструментом: пазы, поднутрения, шлицы, резьбы с жесткими допусками и высокими требованиями к шероховатости поверхности.

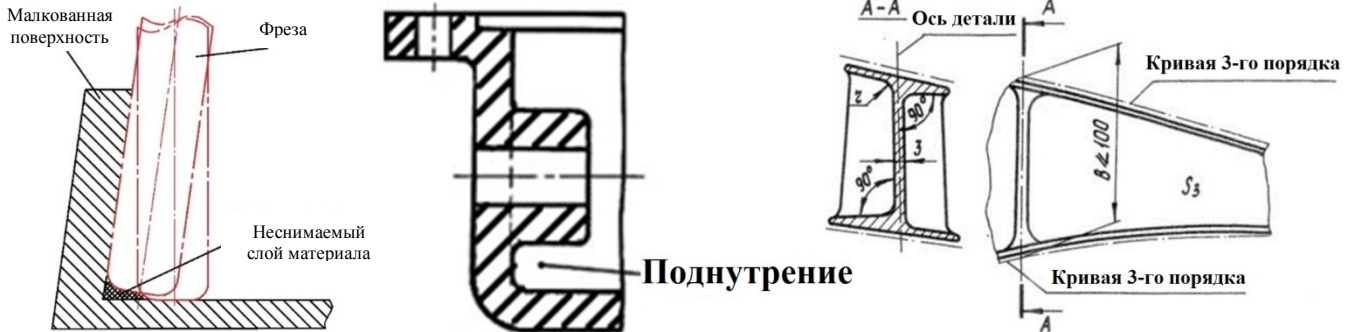


Рис.1. Примеры нетехнологичных конструкций детали

Как результат, мы имеем большое основное технологическое время изготовления, малый коэффициент использования материала только потому, что эти детали нетехнологичны в изготовлении. В таком случае, основным видом оборудования для подобных деталей должно быть универсальное, быстроперенастраиваемое технологическое оборудование, т.е. технологический процесс изготовления нужно выстраивать так, чтобы предварительные черновые операции и заключительные стадии обработки в виде срезания технологических припусков, технологических рамок, окантовок и бонок проходили через универсальное оборудование. При основной фрезерной обработке (от получистовой до чистой) и обработке отверстий, поверхностей высокой точности необходимо использовать специальные станки с ЧПУ.

Практически все опытные образцы деталей подвергаются доработке по месту, так как возникает необходимость в виде удаления технологических припусков и подрезания геометрии. Учитывая эти нюансы, технологи ОГТ разрабатывают директивный технологический процесс, описывающий не только технологию изготовления, применяемый материал, но и припуски под термообработку, припуски для установки детали «по месту», припуски под зажим, количество кантований детали, используемую оснастку, специальный инструмент, а также операции контроля и, при необходимости, последующую доработку детали.

В многономенклатурном производстве это и является началом технологической подготовки производства. В серийном производстве отработка технологии производства делается один раз, однако в многономенклатурном производстве происходит в точности наоборот [1, 2]. Дополнительные сложности в части планирования загрузки оборудования на участках создают большое количество разноплановых работ, имеющих одинаковую срочность изготовления по верхнему уровню производственного плана. В таком случае загрузка одной единицы оборудования превышает установленные нормы в виду ограниченного станочного парка и большого машинного времени обработки длинноцикловых деталей, даже при том условии, что не учитываются технологические остановы в целях охлаждения агрегатов станка.

В настоящий момент уделено большое внимание ученым проблемам планирования производства и рациональной загрузке оборудования [1, 6]. Существующие программы, в основу алгоритма которых заложена комбинаторная математика, способны решать не только задачи простоя оборудования, но и их эффективную загрузку [7]. Подобное решение эффективно в серийном производстве, но никак не в опытном многономенклатурном, где нужно учитывать производственную информацию [5]. В связи с этим возникает потребность в разработке метода оперативно-календарного планирования с возможностью учета текущего состояния производственного

участка. Поэтому необходимо установить перечень задач.

1. Определить состав производственной информации, необходимой для разработки директивной технологии изготовления деталей в многономенклатурном производстве.

2. Разработать метод проектирования технологических процессов, учитывающий текущее состояние механообрабатывающих участков.

3. Разработать методику оперативно-календарного планирования работ технологов ОГТ, учитывающую сроки выполнения плана-графика изготовления деталей и текущее состояние механообрабатывающих участков.

4. Автоматизировать процесс разработки директивной технологии изготовления деталей в многономенклатурном производстве и оперативно-календарное планирование работ технологов ОГТ.

Состав производственной информации многогранен и все составляющие влияют на производственную систему в целом. Чтобы определить состав производственной информации необходимо построить сеть древовидных графов, подобно графам связей производственной системы [6].

Чтобы разработать директивный технологический процесс, достаточно знать технологическую, инструментальную и информацию системы подготовки производства. Подробное рассмотрение всех подсистем [6] необязательно, достаточно учитывать текущее состояние производства, и основной фронт работы технологов ОГТ. В таком случае предварительный состав производственной информации выглядит следующим образом:

1. Конструктивные элементы детали, напрямую влияющие на степень сложности изготовления (от применения оборудования с ЧПУ до разделения технологических операций по станкам) применяемого инструмента (проектирование специального инструмента).

2. Применяемый материал, заложенный конструктором, который влияет на предварительные черновые и последующие чистовые операции перед и после термообработки соответственно.

3. Подбор устаревшего и нового основного оборудования в зависимости от методов обработки (целесообразно использовать устаревшее оборудование для черновых операций с массивным съемом материала).

4. Текущее состояние загрузки оборудования (информация с производственных участков, включающая в себя загрузку оборудо-

вания на ближайший период планирования).

5. Текущее состояние проработки конструкторской документации технологами ОГТ (загрузка самих технологов ОГТ; первостепенность проработки, согласно сроков изготовления деталей).

Распространенные на предприятиях проблемы организации производства можно выделить как отдельный состав производственной информации:

1. Отсутствие на складах часто используемых материалов, комплектующих, стандартных изделий и вспомогательных материалов;

2. Длительный и неконтролируемый процесс изготовления и/или покупки оснастки, инструмента при подготовке производства;

3. Отказы оборудования, плановое техническое обслуживание основных средств;

4. Отсутствие годового планирования производственных работ;

5. Несогласованность взаимодействия и загрузки производственных участков по причине недостаточного организационного управления производственного процесса со стороны ПДО.

Все эти вопросы необходимо учесть при составлении директивных технологических процессов. Такой подход возможен с использованием классификатора. Для написания типовых технологических процессов классификаторы строятся достаточно просто. Смысл подобного типа классификатора заключается в следующем: любая деталь логически делится на основные типы и группы, заданные пользователем. К примеру, к такой селекции относятся: уникальный номер чертежа; название детали; тип детали по используемому оборудованию – токарная или фрезерная; габариты детали – малые, средние, крупные; применяемый материал – алюминий или титан; точность изготовления – от размеров для справки до микронных допусков; шероховатость обрабатываемых поверхностей деталей и объем выпуска, т.е. количество деталей в партии запуска [5].

Таким образом, чтобы решить задачу повышения эффективности технологической подготовки производства, необходимо учитывать текущее состояние производства и использовать современные наукоёмкие решения, в том числе, и их цифровую реализацию. Возможность оперативного согласования требований технологических процессов изготовления деталей, установленных производственным расписанием, предъявляемых к наладке

технологической системы в соответствии с ее текущим состоянием является одним из показателей гибкости производственных процессов [4].

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

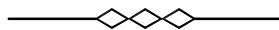
1. Долгов, В.А. Повышение эффективности многономенклатурного машиностроительного производства путем адаптации работ технологического процесса к текущему состоянию технологической системы // Вестник МГТУ «СТАНКИН». – 2011. – № 3. – С. 83–87.
2. Вороненко, В.П., Долгов, В.А. Информационная модель базового производственно-технологического решения, предназначенная для адаптации технологического процесса к текущему состоянию технологической системы предприятия // Вестник МГТУ «СТАНКИН». – 2011. – № 3. – С. 173–177.
3. Вороненко, В.П., Соломенцев, Ю.М., Схиртладзе, А.Г. Проектирование машиностроительного производства: учебник для ВУЗов. – М.: Дрофа, 2006. – 380 с.
4. Вороненко, В.П., Седых, М.И., Шашин, А.Д. Проектирование и эффективная эксплуатация производственных участков многономенклатурного машиностроительного производства // Вестник РГТУ имени П.А. Соловьева. – 2017. – №1(40). – С.182–189.
5. Вороненко, В.П., Шашин, А.Д. Планирование опытного производства с учетом его текущего состояния // Автоматизированное проектирование в машиностроении: Материалы V международной заочной научно-практической конференции. – Новокузнецк: НИЦ МС, – 2017. – №5. – 134 с.
6. Вороненко, В.П., Седых, М.И. Организационно-технологические основы построения конкурентоспособных производств // Автоматизация и современные технологии. – 2005. – №9. – С. 32–45.

7. Фролов, Е.Б. Производственные исполнительные системы MES: реальная эффективность // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2005. – №5. – С. 48–50.

## REFERENCES

1. Dolgov, V.A. Effectiveness increase in multi-production of mechanical engineering by manufacturing procedure adaptation to a current state of a technological system // *Bulletin of MSTU "STANKIN"*. – 2011. – No.3. – pp. 83-87.
2. Voronenko, V.P., Dolgov, V.A. Information model of basic production-technological solution intended for engineering process adaptation to current state of factory technological system // *Bulletin of MSTU "STANKIN"*. – 2011. – No.3. – pp. 173-177.
3. Voronenko, V.P., Solometsev, Yu.M., Skhirtladze, A.G. *Mechanical Engineering Design: textbook for colleges*. – M.: Drofa, 2006. – pp. 380.
4. Voronenko, V.P., Sedykh, M.I., Shashin, A.D. Design and efficient operation of production sections of multi-product mechanical engineering // *Bulletin of Soloviev RSATU*. – 2017. – No.1 (40). – pp. 182-189.
5. Voronenko, V.P., Shashin, A.D. Model shop planning taking into account its current state // *CAD in Mechanical Engineering: Proceedings of the V-th Inter. Distant Scientific-Practical Conf.* – Novokuznetsk: RC MS, - 2017. – No.5. – pp. 134.
6. Voronenko, V.P., Sedykh, M.N. Organization-technological fundamentals of competitive production // *Automation and Modern Technologies*. – 2005. – No.9. – pp. 32-45.
7. Frolov, E.B. Manufacturing executive systems MES: real effectiveness // *Bulletin of Computer and Information Technologies*. – 2005. – No.5. – pp. 48-50.

Рецензент д.т.н. А.Н. Прокофьев



Учредитель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Брянский государственный технический университет"  
 Адрес редакции и издателя: 241035, Брянская область, г. Брянск, бульвар 50 лет Октября, 7  
 ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет»  
 Телефон редакции журнала: 8-903-592-87-39. E-mail: naukatm@yandex.ru  
 Вёрстка А.А. Алисов. Технический редактор А.А. Алисов. Корректор Н.В. Дюбова.

Сдано в набор 21.07.2018. Выход в свет 28.09.2018.  
 Формат 60 × 88 1/8. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 5,88.  
 Тираж 500 экз. Свободная цена.

12+

Отпечатано в лаборатории оперативной полиграфии  
 Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования  
 "Брянский государственный технический университет"  
 241035, Брянская область, г. Брянск, ул. Институтская, 16