

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 представляется 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 перепривать технологический процесс изготовления изделий. Предположим, что подобные детали имеют такие сложности конструкции (рис.1) как аэродинамический контур, закрытые малованные 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.

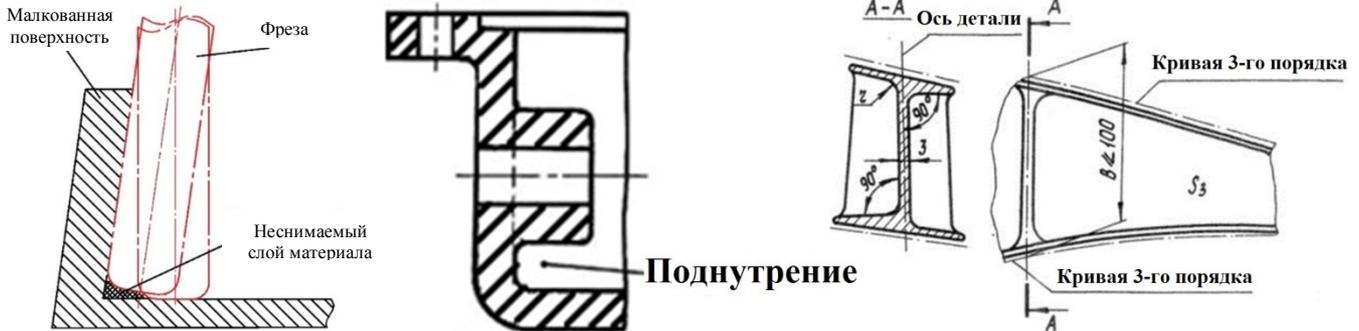


Рис.1. Примеры нетехнологичных конструкций детали

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 чистовой) 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 ученых 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

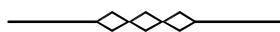
1. Долгов, В.А. Повышение эффективности многономенклатурного машиностроительного производства путем адаптации работ технологического процесса к текущему состоянию технологической системы // Вестник МГТУ «СТАНКИН». – 2011. – № 3. – С. 83–87.
2. Вороненко, В.П., Долгов, В.А. Информационная модель базового 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