

ISSN 1995-2732 (Print), 2412-9003 (Online)

УДК 504.05

DOI: 10.18503/1995-2732-2022-20-3-77-86



## ПЛАНИРОВАНИЕ ПОРОЖДЕНИЯ ОТХОДОВ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА В ARQR-ПРОЕКТАХ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА НОВОГО ИЗДЕЛИЯ

Сафарова Л.Р.

Набережночелнинский институт (филиал) Казанского (Приволжского) федерального университета,  
Набережные Челны, Россия

**Аннотация. Постановка задачи (актуальность работы).** Сформулировано определение понятия «попутный продукт». Предложена концепция управления законченным комплексом видов порождаемых в производстве продуктов на основе подробного планирования их жизненных циклов в ходе подготовки производства нового товарного продукта. Наряду с характеристиками нового изделия разработана методика расчета динамики объемов порождения всех видов отходов в каждой технологической операции. Приведена систематизация видов отходов и формализован их жизненный цикл. Разработан документооборот. Приведены примеры расчета объемов образования потенциально опасного для персонала эмульсола и неопасного, но образующегося постоянно в значительных объемах попутного продукта, – стружки в каждом процессе выполнения производственного задания. Для потенциально опасных попутных продуктов приведена карта технологического его жизненного цикла, позволяющая обеспечить управляемые условия их удаления с рабочих мест. Приведен пример графика удаления попутных продуктов, образующихся в результате выполнения производственного задания обработки корпусов фильтров. **Используемые методы.** Функционально-структурная дифференциация производственных процессов, инвентаризация отходов и выбросов. **Новизна.** Предложен термин «попутный продукт», объединяющий все виды отходов, выбросов, сбросов и загрязнений производственных процессов. Процесс расчета объемов попутных продуктов интегрирован в ARQR-процесс подготовки производства нового автокомпонента. **Результат.** Интеграция расчетов объемов значимых попутных продуктов технологических процессов позволяет улучшить планирование процессов их жизненного цикла, снизить экологические риски персонала. **Практическая значимость.** Планирование процессов удаления попутных продуктов на основе расчета объемов их порождения в зависимости от структуры, содержания и параметров процесса формообразования резанием деталей машин.

**Ключевые слова:** экологический менеджмент, ARQR-процесс подготовки производства, отходы, планирование объемов отходов, мониторинг жизненного цикла

© Сафарова Л.Р., 2022

### Для цитирования

Сафарова Л.Р. Планирование порождения отходов и разработка технологии их жизненного цикла в ARQR-проектах подготовки производства нового изделия // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2022. Т. 20. №3. С. 77-86. <https://doi.org/10.18503/1995-2732-2022-20-3-77-86>



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.  
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

# PLANNING WASTE GENERATION AND DEVELOPING THE TECHNOLOGY FOR THE LIFE CYCLE IN APQP PROJECTS FOR THE PREPARATION OF MANUFACTURING A NEW PRODUCT

Safarova L.R.

Naberezhnye Chelny Institute (Branch) of Kazan (Volga Region) Federal University, Naberezhnye Chelny, Russia

**Abstract. Problem Statement (Relevance).** The paper contains a definition of the concept of an “associated product”. The author proposed the concept of managing a complete complex of types of products generated, when manufacturing products, based on the detailed planning of their life cycles during the production preparation of a new marketable product. Along with the characteristics of the new product, a method has been developed to calculate the trend in the volume of generation of all types of waste in every technological operation. Types of waste are systemized and their life cycle is formalized. The document flow has been developed. The paper describes the examples of calculating the volume of a cutting emulsion, potentially hazardous for personnel, and significant volumes of associated product, chips, which are non-hazardous, but constantly accumulated in every process of performing a production task. Regarding potentially hazardous associated products, the author provides a technology map of the life cycle, providing for controlled conditions for their removal from workplaces. The paper contains an example of a schedule for removing associated products resulting from machining filter housings. **Methods Applied.** Functional and structural differentiation of production processes, inventory of waste and emissions. **Originality.** The author proposes the term of an “associated product”, combining all types of waste, emissions, discharges and pollution as a result of production processes. Calculation of associated product volumes is integrated into the APQP pre-production process for a new automotive component. **Result.** Integrated calculation of significant associated product volumes, resulting from technological processes, contributes to improved planning of processes of their life cycle and reduced environmental risks for personnel. **Practical Relevance.** It consists in planning the processes of removal of associated products based on the calculated production volumes, depending on the structure, content and parameters of the shaping process by cutting machine parts.

**Keywords:** environmental management, APQP pre-production process, waste, waste volume planning, life cycle monitoring

## For citation

Safarova L.R. Planning Waste Generation and Developing the Technology for the Life Cycle in APQP Projects for the Preparation of Manufacturing a New Product. *Vestnik Magnitogorskogo Gosudarstvennogo Tekhnicheskogo Universiteta im. G.I. Nosova* [Vestnik of Nosov Magnitogorsk State Technical University]. 2022, vol. 20, no. 3, pp. 77-86. <https://doi.org/10.18503/1995-2732-2022-20-3-77-86>

## Введение

На протяжении десятков тысяч лет развития человечества длилась эпоха примитивных технологий. Их возможности едва-едва позволяли получить нужные объемы продуктов для удовлетворения насущных потребностей людей, а все прочие результаты производства (в том числе отходы) рассматривались лишь как неизбежное приложение к желаемому результату. С тех пор технологическое могущество человека многократно возросло. Однако при подготовке производства специалисты по-прежнему подробно разрабатывают технологии жизненного цикла только для товарного продукта.

Меж тем в ряде отраслей производства объемы отходов стали являться значимым фактором изменения природной среды. Для валового расчета объемов отходов или выбросов при оформлении экологического паспорта предприятия к

настоящему времени нарабатаны методики и развиты базы данных [1-7]. В уменьшении воздействия производственных предприятий на природную среду сегодня нередко заинтересовано больше людей, чем в их товарной продукции, а по мере истощения природных ресурсов ими станет практически все население планеты. Поэтому очевидно, что оценка результативности и эффективности производственной деятельности должна включать учет последствий полного комплекса входящего в нее процессов.

Качество товарных продуктов предприятия закладывается в ходе подготовки их производства. Чтобы на практике иметь возможность адекватно прогнозировать и оценивать значимость любых порождаемых в производстве видов продуктов, планирование и детальную подготовку производства очередного товарного продукта необходимо дополнить столь же тщательной разработкой процессов их жизненного

цикла всех порождаемых продуктов. Для этого требуется создание универсальной методики моделирования технологий, из которых состоит жизненный цикл материального продукта, а также процессов деятельности на рабочем месте.

### Полученные результаты и их обсуждение

Каждый природный процесс (разлив реки; колебание листа на дереве под действием ветра; возгорание сухой травинки под лучом солнца, сфокусированным каплей росы) по своей сути представляет собой последовательность мгновенных актов взаимодействия друг с другом множества отдельных пар сущностей, обусловленную сложившимися внешними условиями. В этих процессах отсутствуют целенаправленные воздействия. Они неуправляемы.

Чтобы получить в промышленных масштабах нужное количество продукта требуемого качества, с нужной производительностью, при заданном нормативе расхода ресурсов, человек создает искусственные процессы – запланированные технологии и управляемые процессы с иерархической структурой. Для этого он использует наиболее подходящие для этого комбинации природных способов взаимодействия нужных ему сущностей (механических, химических, тепловых и прочих) путем их упорядоченного протекания в искусственных технологических системах. Совершенствуется технология подготовки подходящего сырья. Технологические системы становятся достаточно сложными, состоящими из автономно управляемых модулей. До поры до времени человек пренебрегает побочными для него взаимодействиями структурных элементов этих модулей, считая их малозначительными. Однако они также порождают массу новых продуктов, характеристики которых определяются условиями, созданными для получения товарного продукта. Предложено ввести новое понятие – попутный продукт. Это объем какого-либо элемента природной среды, твердого тела, жидкости, газа, излучения, обязательно порождаемого при реализации технологий жизненного цикла товарного продукта и всех значимых процессов деятельности организации.

В данной работе в отдельных элементах технологии производства материальной продукции объектов рассматривается как порождение множества сопутствующих видов продуктов, в качестве которых могут быть заинтересованы те или иные группы лиц. Для примера взята одна из наиболее развитых технологий – формообразование с требуе-

мой точностью и качеством поверхности будущей детали машины обработкой резанием. Она построена на механическом воздействии одного твердого тела (инструмента) на другое (материал заготовки) в ходе их перемещения относительно друг друга по заданным траекториям. Суть процесса заключается в том, что с заготовки необходимо снять слой лишнего металла (припуск).

Формообразующий элемент инструмента создает характеристики поверхностного слоя детали. Путем приращения создаваемых элементарных площадок срезаемый припуск превращается в элементы стружки – отхода материала. Еще один попутный продукт – частицы износа контактных площадок режущей части инструмента. На шлифовальных операциях эти отходы инструмента (абразивную пыль) приходится принудительно собирать.

Под воздействием высокой температуры атомы элементарных участков поверхностей стружки и режущего клина в зоне контакта интенсивно окисляются. Прочность окислов невелика, их микрообъемы легко стираются с поверхностей резца и уносятся со стружкой или рассеиваются в воздушной среде. Вследствие высокой степени деформации отделяемого металла выделяется огромное количество теплоты в зоне резания, развиваются температуры в сотни градусов Цельсия. Этот попутный продукт приходится отводить смазочно-охлаждающей жидкостью (СОЖ). При взаимодействии с горячим металлом частицы жидкости испаряются, образуя аэрозоли. Комплекс порождаемых продуктов показан на **рис. 1**.

Технологическая машина (станок) обеспечивает рабочие движения. Поддержание требуемых условий рабочего процесса осуществляется, например, приводами подачи и главного движения, механизмами позиционирования. Взаимодействие каждой пары сопряженных деталей (например, зубчатых колес) передаче крутящего момента порождает продукты износа и окисления материала. До смены отработанного масла они находятся внутри корпуса и вроде бы нас не интересуют. Но когда она наступает, мы получаем уже зримый объем выхода комплексного отхода – отработанную смазочную жидкость. Для этого объема нужно заранее запланировать последующие технологические маршруты и операции его жизненного цикла.

Ряд необходимых условий процесса формообразования поверхности нужно заранее подготовить путем наладки технологической системы и базирования заготовки с требуемой точностью,

а значит, порождения еще каких-то попутных продуктов. Наконец, все модули технологической системы подвергаются процедурам технического обслуживания, например при поддержании чистоты поверхностей станка это загрязненная обтирочная ветошь.

В рассмотренном примере подавляющее большинство попутных продуктов не имеет заметного влияния на окружающую среду, но их недопустимо не замечать. В единой схеме управления деятельностью каждый из них должен найти свое место. Разработаны основные

правила выделения этих процессов. В табл. 1 приведен выход значимых попутных продуктов в циклах деятельности на станочном рабочем месте формообразования деталей резанием. Упорядочены процессы по этапам подготовки производства работ, которые позволяют решать прямые и обратные задачи управления. Их можно использовать для планирования объемов порождения, объемов выхода, а также для планирования технологий жизненного цикла практически всех значимых попутных продуктов. Методика осуществляется в рамках APQP-процесса.



Рис. 1. Основные попутные продукты процесса формообразования деталей машин

Fig. 1. Main associated products of cutting machine parts

Таблица 1. Выход значимых попутных продуктов в циклах деятельности на станочном рабочем месте

Table 1. The output of significant associated products in the cycles of activity at the machine workplace

Содержание цикла	Отходы обрабатываемого материала	Группа продуктов			
		Твердые	Жидкие	Газообразные	Излучения
1. Техническое обслуживание оборудования		Ветошь обтирочная загрязненная Загрязнения твердые	Отработанные смазочные материалы: – СОЖ – промывочные жидкости – гидравлические жидкости – загрязнения жидкие		
2. Производственные операции			Загрязненные моющие жидкости. Брызги СОЖ	Аэрозоли (испарение СОЖ)	Электромагнитное излучение
3. Рабочий процесс	Стружка	Пыль абразивная			Теплота, электромагнитное излучение, шум

Разработаны дополнения к стандартизованным мероприятиям проекта подготовки производства нового товарного продукта. Они представлены в **табл. 2**. APQP-процесс состоит из пяти этапов. Каждый этап сопровождается отдельными видами работ по работе с попутными продуктами.

На этапе 1 по каждому виду продуктов должны быть определены законодательные требования к их качеству и процессу накопления. Так, для токарной операции обработки алюминиевого корпуса фильтра (общая длительность 6,1 мин, 7 технологических переходов) наиболее значимыми отходами являются выбросы эмульсола в виде аэрозоля (ПДК не более 5 мг/м<sup>3</sup>), наличие алюминиевой пыли в воздухе (ПДК не более 2 мг/м<sup>3</sup>), а также шум – не более 85 дБ.

На этапе 2 для каждого вида отходов разрабатывается карта потока технологий. В **табл. 3** представлена карта потоков потенциально опасного вещества – эмульсола в виде аэрозоля, возникающего при испарении СОЖ. Ключевая характеристика аэрозоля – предельно допустимая концентрация вещества, а также базовая характеристика процесса – степень герметичности контейнера для хранения отработанного фильтра. Карта потоков включает основные операции

жизненного цикла аэрозоля вплоть до сдачи фильтра на утилизацию.

Чтобы запланировать процессы жизненного цикла всей гаммы порождаемых значимых продуктов, содержание технологии дополнено следующими процедурами:

- интенсивность порождения (возникновения) попутного продукта (в том числе отхода одного вида) в процессе выполнения операции по изготовлению товарного продукта;

- объем выхода попутного продукта – накопленный на рабочем месте его объем, который целесообразно далее перерабатывать;

- жизненный цикл объема попутного продукта – поток технологий от момента его порождения, накопления и выхода до утилизации.

На этапе 3 для основных групп попутных продуктов разработана методика расчета объемов отходов в ходе проектирования технологий производства товарного продукта. Расчет ведется на основе иерархической модели содержания технологии. Элементами модели являются наладочные циклы, операции, обработка в рабочих позициях, технологические переходы, рабочие процессы. Длительность их выполнения нормируется построением временных цепей [8].

Таблица 2. Основные работы по подготовке производства попутных продуктов на этапах APQP-проекта  
Table 2. Main operations of preparing the production of associated products at the APQP project stages

Этап	Виды работ по жизненному циклу	
	товарного продукта	планируемых отходов
1. Разработка концепции	Формирование комплекса требований: – законодательных; – заказчиков; – оценка возможностей конкурентов; – оценка собственных возможностей	Формирование базы законодательных требований к качеству потенциальных отходов
2. Проектирование автокомпонента	Разработка технических требований к качеству. Подтверждение выполнения требований путем испытаний опытного образца	Разработка карт потоков технологий жизненного цикла по видам попутных продуктов
3. Разработка процессов	Разработка технологий: – жизненного цикла автокомпонента; – обеспечения рабочих мест ресурсами; – управления и менеджмента	Планирование объемов порождения. Планирование периодичности и объемов выхода. Разработка и документирование технологий жизненного цикла. Разработка заданий по закупке оборудования и средств измерения
4. Окончательная подготовка производства	Верификация результатов подготовки производства. Регистрация значений факторов, влияющих на качество. Разработка планов управления	Регистрация значений показателей качества отходов при выпуске установочной партии. Разработка планов управления
5. Выпуск, поставка, улучшение	Мониторинг качества продукции и стабильности процессов производства	Мониторинг объемов накопления и концентрации отходов, влияющих на здоровье персонала



Таблица 3. Карта потока технологий жизненного цикла выбросов эмульсола в виде аэрозоля  
Table 3. Flow map of technologies of the life cycle of cutting emulsion air emissions

Операция 015 Токарная с ЧПУ

Номер операции	Операция жизненного цикла попутных продуктов	Тип операции				Ключевые характеристики отхода или продукта, предельные значения	Ключевые характеристики процесса
		Производство	Перемещение	Хранение	Контроль		
		◆	●	■	▲		
015	Токарная	х				Пыль в рабочей зоне – не более 5 мг/м <sup>3</sup>	
015-1	Вентиляционная		х				Производительность вентиляции 20 м <sup>3</sup> /ч
015-2	Фильтровальная			х			
015-3	Контрольная				х		Производительность вентиляции менее 10 м <sup>3</sup> /ч
015-4	Замена фильтра	х					
015-5	Хранение отработанного фильтра			х			Герметичность бака хранения, $t = 20 \pm 5^{\circ}\text{C}$
015-6	Транспортирование		х				
015-7	Утилизация			х			

По мере проектирования содержания переходов обработки определяются характеристики процессов порождения значимых попутных продуктов. Каждый вид попутного продукта является следствием иерархически вложенных технологических процессов – от производственного задания до отдельного рабочего хода. Рассмотрим пример расчета объемов стружки для каждой составляющей производственного задания (табл. 4). Расчет объема каждого продукта заключается в последовательном суммировании объемов продуктов, порождаемых в элементах производственного задания. Объёмы стружки являются следствием исходной конфигурации припуска заготовки, глубины резания, подачи и скорости. Их принятые значения формируют различные виды скалывания, элементная или сливная стружка с различными собственными параметрами. В рассматриваемом

примере формируется сливная стружка, формирующая ее насыпной объем. Аналогичный подход реализуется и для других попутных продуктов – режущего инструмента, СОЖ, смазочного масла и др. Так, для указанной выше операции суммарная масса стружки, образующейся во всех переходах изготовления обработки 3300 деталей, составляет 267 кг, насыпной объем 1,74 м<sup>3</sup>.

В результате расчетов на этапе подготовки производства формируется график своевременного удаления всех видов попутных продуктов, пример которого приведен на рис. 2. Изменение режимов резания, материала заготовки, инструмента, оснастки ведет к пересчету объемов попутных продуктов и, соответственно, актуализации плана-графика удаления попутных продуктов для их переработки в последующих операциях. Методика не ставит задачи измене-

ния или проектирования новых способов удаления попутных продуктов с рабочих мест, но при явном несоответствии объемов порождения действующий или проектный способ их удаления может быть изменен на более соответствующий.

Рассмотрим образование попутных продуктов, оказывающих экологическое воздействие на природную среду и рабочий персонал. Норма выброса СОЖ в виде аэрозоля составляет  $0,041 \cdot 10^{-5}$  г/кВт мощности двигателя главного движения за одну секунду [1]. Согласно [2] предельно допустимая концентрация составляет 5 мг/м<sup>3</sup>. В процессе выполнения операции выделяется 2 мг эмульсола. Поскольку рабочая зона станка ориентировочно составляет 2 м<sup>3</sup>, концентрация в ней аэрозоля составит не более 1 мг/м<sup>3</sup>. Для гарантированного удаления аэрозоля обменная мощность вентиляции должна составлять не менее 20 м<sup>3</sup>/ч.

В зависимости от производительности и конструкции вентиляционной системы по этим данным можно планировать периодичность ее включения и выключения для гарантированного удаления вредных загрязнений.

Еще один потенциально опасный продукт – это образующаяся при обработке алюминиевая пыль. По нормативам при обработке алюминиевых сплавов [1] образуется 0,0025 г/с пыли, так что в данном случае ее выделится 0,925 г. Однако применение смазочно-охлаждающей жидкости практически полностью предотвращает распространение пыли на рабочем месте.

Дополнительно специалист планирует и расход ресурсов – потребность в инструменте, трудоемкость оператора и наладчика [9], потребляемую электрическую мощность [10-12]. Результаты расчетов отражаются в комплексе форм приложений к технологической карте операции.

Таблица 4. Пример расчета объемов стружки по структурным составляющим производственного задания на изготовление 3300 деталей

Table 4. Example of the calculation of chip volumes by structural components of the production order for manufacturing 3300 parts

Переход	Рабочий ход	Переход	Позиция	Установ	Операция	Настроечные циклы	Наладочные циклы	Производ- ственное задание
Одновременное сверление 2-х отверстий	381,85 см <sup>3</sup>	381,85 см <sup>3</sup>	645,84 см <sup>3</sup>	645,84 см <sup>3</sup>	645,84 см <sup>3</sup>	0,048 м <sup>3</sup>	0,388 м <sup>3</sup>	1,743 м <sup>3</sup>
Подрезка торца бобышки	35,85 см <sup>3</sup>	35,85 см <sup>3</sup>				0,096 м <sup>3</sup>		
Растачивание отверстия	10,18 см <sup>3</sup>	10,18 см <sup>3</sup>				0,24 м <sup>3</sup>		
Растачивание отверстия	9,57 см <sup>3</sup>	9,57 см <sup>3</sup>				0,48 м <sup>3</sup>	0,484 м <sup>3</sup>	
Растачивание канавки	135,66 см <sup>3</sup>	135,66 см <sup>3</sup>				0,048 м <sup>3</sup>	0,388 м <sup>3</sup>	
Развертывание отверстия	67,86 см <sup>3</sup>	67,86 см <sup>3</sup>				0,096 м <sup>3</sup>		
Нарезание резьбы	4,87 см <sup>3</sup>	4,87 см <sup>3</sup>				0,24 м <sup>3</sup>		
						0,48 м <sup>3</sup>	0,480 м <sup>3</sup>	

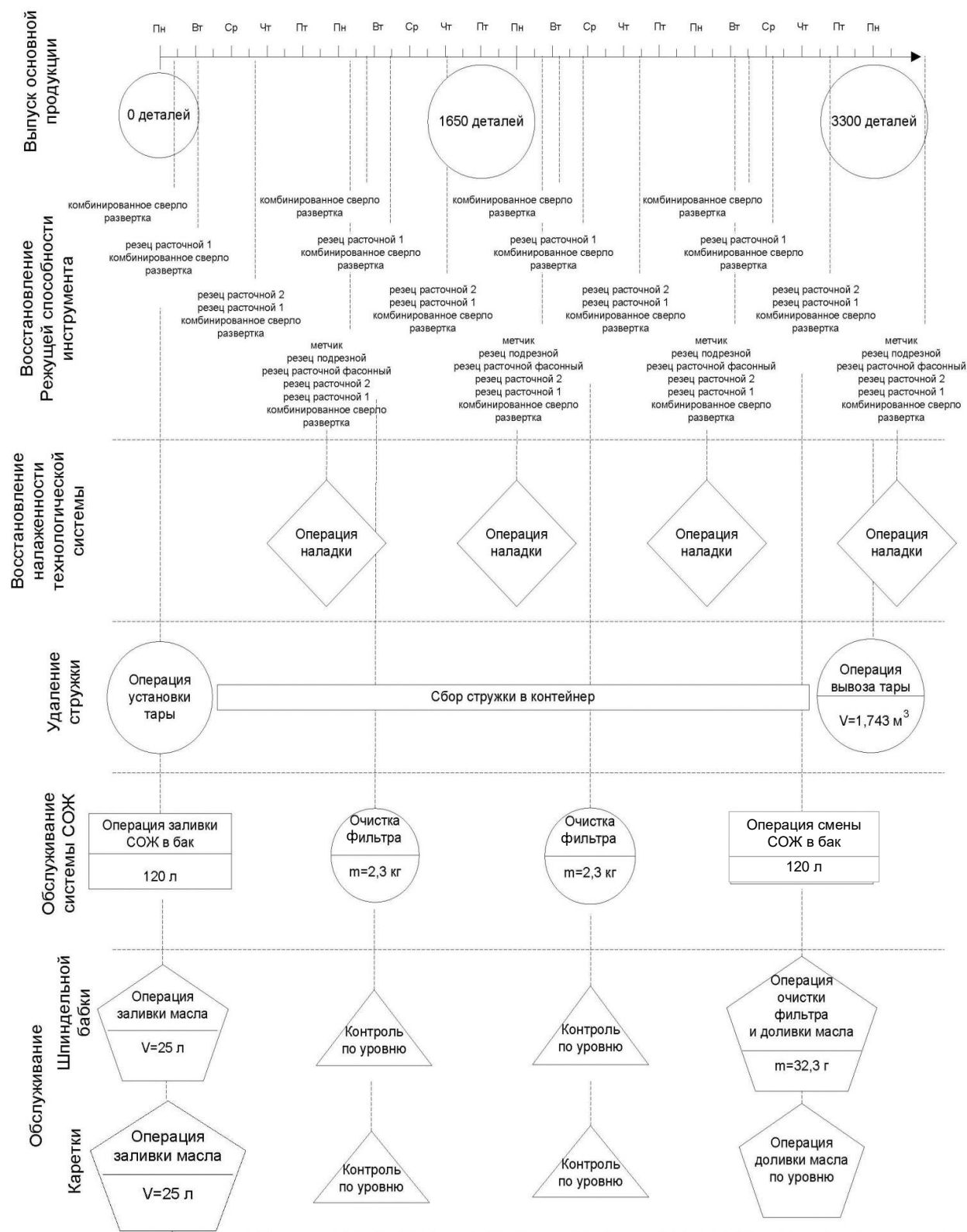


Рис. 2. Схема календарного плана управления выходными материалами токарного рабочего места, оснащенного станком с ЧПУ изготовления корпуса фильтра центробежной очистки масла

Fig. 2. Time schedule design for managing the output materials from a CNC lathe used for manufacturing a filter housing for centrifugal oil cleaning



### Заключение

В данной работе представлен общий принцип подготовки информации для управления выпуском всех значимых продуктов на отдельных рабочих местах. Рассмотренный в статье пример не содержит значимых экологических рисков для рабочего персонала и учитывает стандартные требования к выбросам и загрязнениям производственных процессов. Сами по себе ни контрольные карты, ни статистический анализ не позволяют предупреждать появление негативных последствий производственных процессов, реализуемая методика обеспечивает связь измеряемых экологических характеристик с причинами их изменения. Чем более жесткими будут экологические ограничения, тем больше пользы будет от применения разработанной методики, которая позволяет обеспечить объективное планирование объема выхода попутных продуктов в зависимости от содержания технологических процессов, а следовательно, оптимизировать графики их удаления.

Данная методика, конечно, увеличивает трудоемкость подготовки производства. Однако она создает множество новых возможностей управления, чем, например, применение контрольных карт по единичным показателям качества или проведения статистического анализа по случайным выборкам. Ее применение оправдано в процессах обработки деталей автокомпонентов с развитой системой показателей точности – операциях обработки зубчатых колес, ответственных деталей автомобиля с высокими требованиями к точности, например гильзы цилиндра двигателя внутреннего сгорания, головки цилиндра, шаровые наконечники. Безусловно, применение методики востребовано на этапе технологической подготовки в производствах со значимым воздействием на природную среду (литье, горячая штамповка, окраска, нанесение гальванических покрытий, термообработка и пр.). Попутные продукты этих процессов оказывают большее воздействие на рабочий персонал.

Предусмотрено встраивание методики в процесс подготовки производства автомобильных автокомпонентов в соответствии с требованиями стандартов ИСО для обеспечения одобрения производства потребителем.

Планирование и мониторинг жизненных циклов всех видов продукции производства позволяет:

- анализировать достаточно широкую гамму

последствий деятельности производства еще на стадии конструирования изделия и разработки технологий;

- в кратчайшие сроки определить причину превышения объема или ПДК каждого попутного продукта и оперативно уменьшить его до нормативных значений;

- планировать выполнение процессов по этапам жизненного цикла отходов и попутных продуктов;

- в конечном счете создать систему менеджмента всеми видами продуктов производства вместо локальных систем, сертифицируемых, например, в соответствии с [13, 14].

Показана возможность перехода к тотальному управлению всеми видами продукции путем поэтапного дополнения процессов подготовки производства товарного продукта процедурами разработки потоков технологий по жизненному циклу попутных продуктов, начиная с наиболее значимых.

### Список источников

1. ГОСТ 32602-2014. Правила расчета выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при механической обработке металлов на основе удельных показателей. М.: Стандартинформ, 2014. 22 с.
2. ГОСТ 56167-2014. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу. Метод расчета ущерба от промышленного предприятия объектам окружающей среды. М.: Стандартинформ, 2014. 18 с.
3. Квашнин И.М. Промышленные выбросы в атмосферу. Инженерные расчеты и инвентаризация. М.: ООО ИПВ «АВОК-ПРЕСС», 2005. 389 с.
4. Колобов Г.А., Бредихин В.Н., Чернобаев В.М. Сбор и обработка вторичного сырья цветных металлов. М.: Металлургия, 1992. 288 с.
5. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Санитарные нормы. М.: Изд-во стандартов, 1996. 15 с.
6. Алексеенко А.В. Сбор и переработка стружки. М.: Машиностроение, 1980. 120 с. ил.
7. ГОСТ Р 51814.6-2005. Менеджмент качества при планировании, разработке и подготовке производства автомобильных компонентов. М.: Изд-во стандартов, 2005. 68 с.
8. Сафарова Л.Р., Глинина Г.Ф. Затраты времени как основа расчета объемов попутных продуктов, отходов и выбросов в операциях формообразования // Вестник СГТУ. 2013. №2 (71). С. 91-93.
9. Кондрашов А.Г., Сафаров Д.Т., Юрасова О.И. Особенности планирования трудоемкости технологических операций в современном автомобилестроении // Теория и практика общественного развития. 2014. № 16. С. 72-76.

10. Safarov D.T., Kondrashov A.G., Glinina G.F., Safarova L.R. Algorithm of calculation of energy consumption on the basis of differential model of the production task performed on machines with computer numeric control (CNC) IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, 240 (2017), 012060, doi: 10.1088/1757-899X/240/1/012060
11. Safarov D.T., Kondrashov A.G., Safarova L.R., and Glinina G.F. Energy Planning in Production Shops with Numerically Controlled Machine Tools Russian Engineering Research, 2017, vol. 37, no. 9, pp. 827-834.
12. Планирование энергетических затрат в производственных заданиях обработки деталей на станках с ЧПУ / Д.Т. Сафаров, А.Г. Кондрашов, Л.Р. Сафарова, Г.Ф. Глинина // СТИН. 2017. №4. С. 27-35.
13. ISO 14001:2015. Systèmes de management environnemental – Exigences et lignes directrices pour son utilisation.
14. ISO 16949:2016. Quality management systems. Particular requirements for the application of SO 9001:2015 for automotive production and relevant service part organizations Examples taken from published papers.
- Sanitarnye normy [Noise at workplaces, in residential, public buildings and residential development. Sanitary Regulations]. Moscow: Publishing House of Standards, 1996, 15 p. (In Russ.)
6. Alekseenko A.V. *Sbor i pererabotka struzhki* [Chip collection and processing]. Moscow: Mechanical Engineering, 1980, 120 p. (In Russ.)
7. GOST R 51814.6-2005 *Menedzhment kachestva pri planirovanii, razrabotke i podgotovke proizvodstva avtomobilnykh komponentov* [Quality management in planning, development and preparation of production of automotive components]. Moscow: Publishing House of Standards, 2005, 68 p. (In Russ.)
8. Safarova L.R., Glinina G.F. Time costs as a basis for calculating the volumes of associated products, waste and emissions in shaping operations. *Vestnik SGTU* [Vestnik of Saratov State Technical University], 2013, no.2 (71), pp. 91-93. (In Russ.)
9. Kondrashov A.G., Safarov D.T., Yurasova O.I. Features of planning the complexity of technological operations in the modern automotive industry. *Teoriya i praktika obshchestvennogo razvitiya* [Theory and Practice of Social Development], 2014, no. 16, pp. 72-76. (In Russ.)
10. Safarov D.T., Kondrashov A.G., Glinina G.F., Safarova L.R. Algorithm of calculation of energy consumption on the basis of differential model of the production task performed on machines with computer numeric control (CNC). IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, 240, 012060 (2017). DOI: 10.1088/1757-899X/240/1/012060
11. Safarov D.T., Kondrashov A.G., Safarova L.R., Glinina G.F. Energy planning in production shops with numerically controlled machine tools. Russian Engineering Research, 37, 9, 827–834 (2017).
12. Safarov D.T., Kondrashov A.G., Safarova L.R., Glinina G.F. Planning power consumption in production orders of machining parts on CNC machines. *STIN* [Machines and Tools], 2017, no. 4, pp. 27-35. (In Russ.)
13. ISO 14001:2015 Systèmes de management environnemental – Exigences et lignes directrices pour son utilisation.
14. ISO 16949:2016. Quality management systems. Particular requirements for the application of SO 9001:2015 for automotive production and relevant service part organizations. Examples taken from published papers.

#### References

1. GOST 32602-2014 *Pravila rascheta vybrosov zagryaznyayushchikh veshchestv v atmosferu pri mekhanicheskoy obrabotke metallov na osnove udelnykh pokazatelei* [Rules for calculating air emissions of pollutants during metal machining based on specific indicators]. Moscow: Standartinform, 2014, 22 p. (In Russ.)
2. GOST 56167-2014 *Vybrosy zagryaznyayushchikh veshchestv v atmosferu. Metod rascheta ushcherba ot promyshlennogo predpriyatiya obektam okruzhayushchey sredy* [Air emissions of pollutants. Method of calculating damage from an industrial enterprise to environment]. Moscow: Standartinform, 2014, 18 p. (In Russ.)
3. Kvashnin I.M. *Promyshlennye vybrosy v atmosferu. Inzhenernye raschety i inventarizatsiya* [Industrial air emissions. Engineering calculations and inventory]. Moscow: LLC AVOK-PRESS, 2005, 389 p. (In Russ.)
4. Kolobov G.A., Bredikhin V.N., Chernobaev V.M. *Sbor i obrabotka vtorichnogo syrya tsvetnykh metallov* [Collection and processing of secondary raw materials of non-ferrous metals]. Moscow: Metallurgy, 1992, 288 p. (In Russ.)
5. Sanitary Regulations SN 2.2.4/2.1.8.562-96 *Shum na rabochikh mestakh, v pomeshcheniyakh zhilykh, obshchestvennykh zdaniy i na territorii zhiloy zastroyki*.

Поступила 04.05.2022; принята к публикации 06.07.2022; опубликована 26.09.2022  
Submitted 04/05/2022; revised 06/07/2022; published 26/09/2022

**Сафарова Лейля Ринатовна** – аспирант,  
Набережночелнинский институт (филиал) Казанского (Приволжского) федерального университета,  
Набережные Челны, Россия. Email: leila-r.85@mail.ru. AuthorID (SCOPUS): 57196279310

**Leylya R. Safarova** – postgraduate student,  
Naberezhnye Chelny Institute (Branch) of Kazan (Volga Region) Federal University, Naberezhnye Chelny, Russia.  
Email: leila-r.85@mail.ru. AuthorID (SCOPUS): 57196279310