

Направление подготовки:

080100.62: Экономика (бакалавриат, 3 курс, 6 семестр; очное обучение)

Дисциплина: «Современные системы технологий»

Количество часов: 72 (в том числе: лекции - 18, практические занятия - 18, самостоятельная работа - 36; форма контроля: зачет (6-й семестр))

Темы: 1. Системные принципы современных технологических процессов. 2. Классификация и характеристика технологических процессов. 3. Управление качеством продукции на примере металлов и сплавов. 4. Типовые производственные процессы в машиностроении. 5. Современные технологии производства заготовок деталей машин. 6. Управление технологическими процессами обработки металлов. 7. Организация и управление технологическим процессом сборки машин. 8. Инновационное развитие нефтегазохимического комплекса. 9. Биотехнологии.

Ключевые слова: *технология, производственный процесс, технологический процесс, машиностроение, сплавы металлов, производство заготовок деталей машин, технологический процесс сборки машин, процесс обработки металлов, нефтегазохимический комплекс, биотехнология, тесты.*

Дата начала использования: 1.09.2013

Авторы-составители: Азимов Юсуф Исмагилович, доктор технических наук, профессор кафедры статистики, эконометрики и естествознания ИЭиФ К(П)ФУ, Павлова Вера Аркадьевна, кандидат технических наук, доцент кафедры статистики, эконометрики и естествознания ИЭиФ К(П)ФУ, Савдур Светлана Николаевна, кандидат технических наук, ассистент кафедры статистики, эконометрики и естествознания ИЭиФ К(П)ФУ.

Министерство образования и науки РФ
ФГАОУ ВПО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»
Институт экономики и финансов

Ю.И. Азимов, В.А. Павлова, С.Н. Савдур

Современные системы технологий

Конспект лекций



Казань-2014

Азимов Ю.И., Павлова В.А., Савдур С.Н. Современные системы технологий. Конспект лекций / Ю.И. Азимов, В.А. Павлова, С.Н. Савдур; Каз.федер.ун-т. – Казань, 2014. – 54 с.

Аннотация

В предлагаемых лекциях рассмотрены основные вопросы металловедения, термической обработки, типовых производственных процессов в машиностроении. Изложены основы литейного производства, обработки металлов давлением, обработки металлов резанием, описана организация и управление технологическим процессом сборки машин. А также изучаются важнейшие вопросы инновационного развития нефтегазохимического комплекса и биотехнологии. Подготовленный материал можно изучать самостоятельно, выполняя предлагаемые задания и проводя самоконтроль усвоения материала.

Электронная версия курса: <http://tulpar.kpfu.ru/course/view.php?id=890>

Принято на заседании кафедры статистики, эконометрики и
естествознания
Протокол № 7 от 4.03.2014

© Казанский федеральный университет
© Азимов Ю.И., Павлова В.А., Савдур С.Н.

Содержание

1. Лекция 1. Системные принципы современных технологических процессов	6
1.1. Экономика России	6
1.2. Понятие технологии. Основные факторы ССТ.....	8
1.3. Системный подход в технологии производства.....	9
1.4. Вопросы для изучения	10
1.5. Глоссарий	10
1.6. Рекомендуемые информационные ресурсы	10
1.7. Список сокращений.....	11
2. Лекция 2. Классификация и характеристика технологических процессов	12
2.1. Производственный процесс и его классификация.....	12
2.2. Технологический процесс. Классификация и характеристика.....	13
2.3. Вопросы для изучения	18
2.4. Глоссарий	18
2.5. Рекомендуемые информационные ресурсы	19
2.6. Список сокращений.....	19
3. Лекция 3. Управление качеством продукции на примере металлов и сплавов	20
3.1. Строение металлов и сплавов	20
3.2. Виды сплавов	21
3.3. Свойства металлов и сплавов.....	21
3.4. Термообработка и ее виды.....	22
3.5. Классификация материалов, применяемых в промышленности	24
3.6. Вопросы для изучения	26
3.7. Глоссарий	27
3.8. Рекомендуемые информационные ресурсы	27
3.9. Список сокращений.....	28
4. Лекция 4. Типовые производственные процессы в машиностроении	29
4.1. Структура машиностроительного производства	29
4.2. Вопросы для изучения	30
4.3. Глоссарий	31
4.4. Рекомендуемые информационные ресурсы	31
4.5. Список сокращений.....	32

5. Лекция 5. Современные технологии производства заготовок деталей машин	33
5.1. Экономическая оценка издержек производства заготовок деталей машин.....	33
5.2. Прокатка металлов	34
5.3. Литье.....	34
5.4. Обработка давлением.....	35
5.5. Порошковая металлургия.....	37
5.6. Вопросы для изучения	37
5.7. Глоссарий	37
5.8. Рекомендуемые информационные ресурсы	38
6. Лекция 6. Управление технологическими процессами обработки металлов	39
6.1. Основные виды технологических операций обработки металлов резанием.....	39
6.2. Вопросы для изучения	40
6.3. Глоссарий	40
6.4. Рекомендуемые информационные ресурсы	41
7. Лекция 7. Современные технологии сборки изделий машиностроения	42
7.1. Точность в машиностроении.....	42
7.2. Современные технологические процессы сборки машин.....	43
7.3. Вопросы для изучения	44
7.4. Глоссарий	44
7.5. Рекомендуемые информационные ресурсы	45
7.6. Список сокращений.....	45
8. Лекция 8. Инновационное развитие нефтегазохимического комплекса	46
8.1. Задачи научного и технологического развития химического комплекса России	46
8.2. Нефтепереработка Татарстана: направления сотрудничества с наукой.....	50
8.3. Вопросы для изучения	50
8.4. Глоссарий	51
8.5. Рекомендуемые информационные ресурсы	51
8.6. Список сокращений.....	51
9. Лекция 9. Биотехнология.....	52
9.1. Основные направления развития биотехнологии	52

9.2. Вопросы для изучения	53
9.3. Глоссарий	54
9.4. Рекомендуемые информационные ресурсы	54

Системные принципы современных технологических процессов

Аннотация. Данная тема раскрывает основные понятия современных систем технологий (ССТ), системного подхода в технологии производства, а также описывает состояние российской экономики.

Ключевые слова. Устойчивое развитие, природно-продуктовые вертикали, технология, системный подход, кибернетика.

Методические рекомендации по изучению темы

- Тема содержит лекционную часть, где даются общие представления по теме, которую необходимо изучить, и ответить на вопросы.

1.1. Экономика России

а) Россия занимает первое место в мире по запасам и добыче многих видов полезных ископаемых. По оценкам Росстата и РАН российское природное богатство составляет 400 трлн.\$ (т.е. 2,8 млн. \$ на человека). Но в то же время по размерам ВВП Россия позади стран большой семерки, а также Китая, Индии, Южной Кореи и др. стран. Наблюдается серьезное отставание России по ключевым экономическим показателям. Человеческий капитал, качество социальных институтов составляет всего 14% среди факторов экономического развития. Слабое развитие реальной экономики России не позволяет ей занять достойное место на мировом рынке. Дальнейшее развитие экономики России возможно только в условиях устойчивого развития, внедрения инновационного, современного технологического производства.

Устойчивое развитие (УР):

- развитие, которое не возлагает дополнительные затраты на следующие поколения;
- развитие, которое обеспечивает постоянное простое или расширенное воспроизводство производственного потенциала на перспективу;
- развитие, при котором человечеству необходимо жить только на проценты с природного капитала.

Функция устойчивого развития:

$$F_t(L, K, N, I) < F_{t+1}(L, K, N, I)$$

где: L – трудовые ресурсы, интеллектуальный потенциал;
K – производственный потенциал, современные технологии, оборудование;

N – природные ресурсы;

I – институциональный фактор, управленческий капитал;

t - время.

В структуре экономики России основную роль играют природные ресурсы (N) и труд относительно низкой квалификации (L). В развитых странах мира ВВП создается при помощи наукоемких информационных технологий (I) и высококвалифицированного труда. Это означает, что при меньших затратах ресурсов происходит увеличение производства товаров и услуг.

б) Для экономики России актуальна **глубокая переработка сырья с получением продукции с высокой добавленной стоимостью**. Реализации этого макроэкономического подхода возможна при помощи построения природно-продуктовых вертикалей (цепочек) – ППВ. Например, ППВ для нефти:

Нефть → Нефтепродукты (бензин, керосин) → Высокомолекулярные соединения (каучук...) → Пластмассовые изделия (шины...)

На каждой стадии ППВ продукция переработки становится все дороже (из 1 тонны сырой нефти стоимостью 6000 руб/т можно получить пластмассовых изделий по цене 80 000 – 100000 руб/т). Такая переработка требует переориентации российской экономики с сырьевой направленности на развитие наукоемких технологий. **Причина экономической ослабленности России - критическое отставание в модернизации технологического производства.**

в) Отсюда вытекают **задачи российской экономики:**

- Формирование человеческого капитала как особого фактора экономического развития. (Наибольший успех достигается при вложении инвестиций в человека – новые знания, воплощенные в образовании, новых технологиях и оборудовании, организации и управления.)

- Использование новой техники, новых или улучшенных технологических процессов.

- Внедрение продукции с новыми свойствами.

- Формирование новых рынков сбыта.

- Совершенствование управления производством, внедрение экономических институциональных принципов управления.

Задачи курса ССТ:

- ❖ Изучение организации современного промышленного производства;
- ❖ Получение будущими экономистами навыков проведения технико-экономического анализа современного промышленного производства.

1.2. Понятие технологии. Основные факторы ССТ

Технология [techne] – искусство, ремесло, наука – совокупность знаний о способах и средствах проведения производственных процессов.

Главная задача современной технологии – обеспечение конкурентоспособности выпускаемой продукции на рынке сбыта. Наукоемкое производство, позволяет получать продукцию с новым комплексом свойств.

Уровень конкурентоспособности современной (высокой) технологии должен оцениваться по 3 факторам:

- ✓ Качество производимой продукции;
- ✓ Гибкость производственного процесса;
- ✓ Экономическая эффективность.

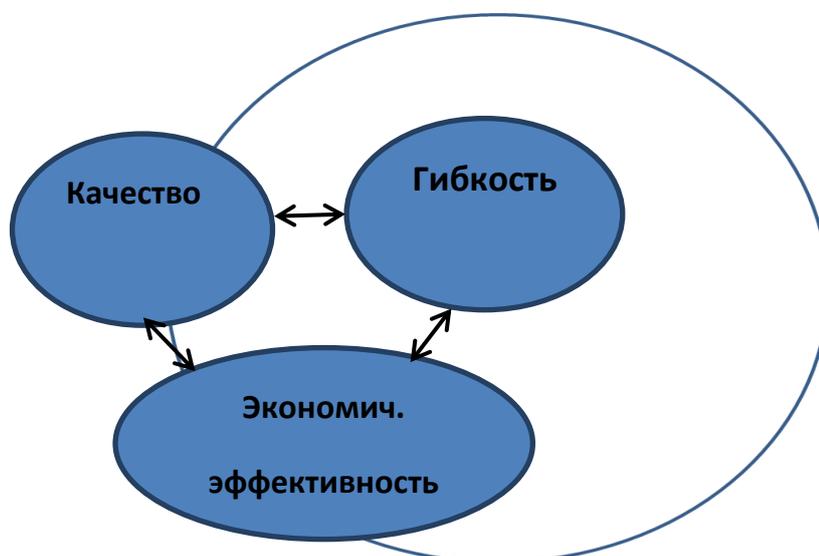


Рис.1. Факторы современной технологии

Качество - совокупность свойств и характеристик продукции или услуги, которые придают им способность удовлетворять определенные потребности.

Гибкость производства – способность технологического процесса к быстрой «переналадке», к выпуску нового вида продукции, изменению ее

свойств, вида, сортности, номенклатуры в соответствии с рыночным спросом.

Экономическая эффективность - конкурентоспособность по экономическим показателям (производительность труда, себестоимость, ресурсоемкость, энергоемкость и т.д.).

Основные признаки современной технологии:

- ✓ Наукоемкость;
- ✓ Системность;
- ✓ Математическое моделирование;
- ✓ Структурно-параметрическая оптимизация;
- ✓ Высокоэффективный рабочий процесс;
- ✓ Компьютерная технологическая среда;
- ✓ Техническое и кадровое обеспечения;
- ✓ Устойчивость и надежность;
- ✓ Экологическая чистота.

1.3. Системный подход в технологии производства

Под системным (кибернетическим) подходом мы понимаем ряд организационных, технических, математических методов, объединенных в единую интегрированную систему на основе компьютерных технологий. Существенным признаком кибернетического подхода является автоматизация, базирующаяся на компьютерном управлении всеми процессами проектирования, изготовления и сборки, на физическом, геометрическом и математическом, моделировании, всестороннем анализе моделей процесса.

Кибернетический подход предполагает наличие в управляющей системе следующих элементов:

- Информационное обеспечение т.е. математическая модель технологического процесса;
- Система контрольно-измерительных приборов (КИП);
- Начальные условия и система ограничений;
- Целевая функция управления (критерий оптимальности);
- Вычислительные алгоритмы, программное обеспечение, вычислительный комплекс;
- Исполнительные механизмы регулирования, управления.

Системный подход в условиях НТП дает возможность управления производством и является решающим элементом управления качеством продукции.

1.4. Вопросы для изучения:

1. Определение технологии как организационной системы, факторы современной технологии.
2. Основные признаки, особенности и экономические задачи современных технологий.
3. Информационные системы в современной технологии как принцип управления эффективностью производства.

1.5. Глоссарий

Технология [techne] – искусство, ремесло, наука – совокупность знаний о способах и средствах проведения производственных процессов.

Качество - совокупность свойств и характеристик продукции или услуги, которые придают им способность удовлетворять определенные потребности.

Гибкость производства – способность технологического процесса к быстрой «переналадке», к выпуску нового вида продукции, изменению ее свойств, вида, сортности, номенклатуры в соответствии с рыночным спросом.

Экономическая эффективность - конкурентоспособность по экономическим показателям (производительность труда, себестоимость, ресурсоемкость, энергоемкость и т.д.).

Кибернетика – наука, изучающая сложные системы с обратной связью.

1.6. Рекомендуемые информационные ресурсы:

1. Системы технологий: учебник / Под ред. проф. В.В.Трофимова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2012. –521 с. (ЭБС «КнигаФонд»).
2. Ткачев А.Г., Шубин И.Н., Попов А.И. Промышленные технологии и инновации. Оборудование для nanoиндустрии и технология его изготовления: Учебное пособие. - Тамбов: Издательство ТГТУ, 2012. - 132 с. (ЭБС «КнигаФонд»).
3. Орехов В.Н. Учебное пособие: Системы технологий (рекомендации для выполнения технологической части дипломных работ и проектов) ИД«ИНЖЭК» 2011. – 256 с. (ЭБС «КнигаФонд»).
4. Электронный учебник о современных технологиях (<http://ftpsite.ru/>).
5. Современные системы технологии (<http://stels300.ru>)
6. Промышленные технологии и инновации (<http://edu.tusur.ru>).
7. Технологии Инновации Производство (<http://promvesti-vrn.ru>).

8. Системы технологий (<http://twirpx.com>).

1.7. Список сокращений

УР – устойчивое развитие

ППВ - природно-продуктовые вертикали

КИП - контрольно-измерительные приборы

Классификация и характеристика технологических процессов

Аннотация. Данная тема раскрывает основные понятия производственных и технологических процессов.

Ключевые слова. Производственный процесс, технологический процесс, механические технологические процессы, химические технологии, технологическая операция, единичное производство, серийное производство, единичное производство, непрерывные химико-технологические процессы, периодические химико-технологические процессы.

Методические рекомендации по изучению темы

- Тема содержит лекционную часть, где даются общие представления по теме, которую необходимо изучить, и ответить на вопросы.

2.1. Производственный процесс и его классификация

Производственный процесс — совокупность всех действий людей и орудий труда, необходимых на данном предприятии для изготовления продукции.

Технологический процесс является частью производственного процесса, содержащей целенаправленные действия по изменению и определению состояния предмета труда.

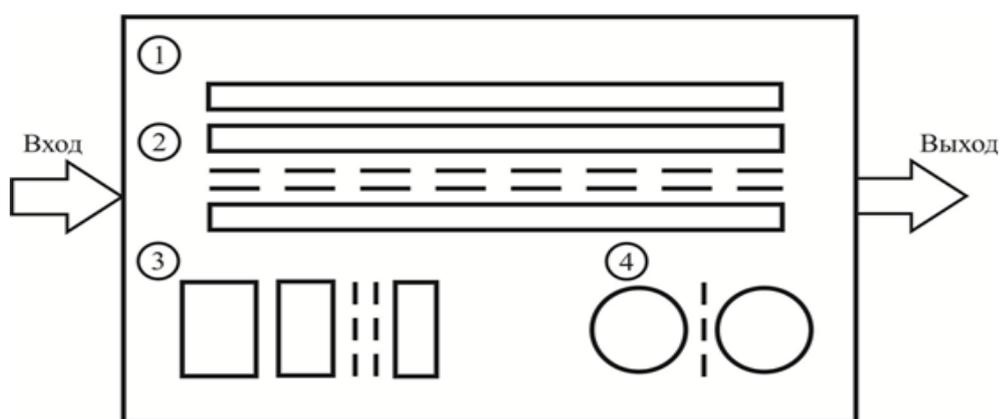


Рис. 1. Структура производства: на Входе – сырьевые, материальные, энергетические ресурсы, на Выходе – продукция производства. 1 – комплексная производственная система; 2 – основные технологические

процессы; 3 – вспомогательные технологические процессы; 4 – обслуживающие подразделения производства

- **Основные производственные процессы** предназначены для изменения формы или состояния материала, состава и структуры продукции, являющейся в соответствии со специализацией предприятия товарной, например в машиностроительном производстве— это процессы изготовления сборочных деталей и сборки из них узлов, агрегатов; на инструментальных заводах— это изготовление инструмента; на химических предприятиях – это производство химической продукции, например, полимерной (каучуков, полиэтилена и др.).

- **Вспомогательные процессы** предназначены для обеспечения нормального функционирования основных процессов, например, изготовление средств технологического оснащения, средств механизации и автоматизации собственного производства, запасных частей для ремонта действующего оборудования, производство на предприятии всех видов энергии (электроэнергия, пар, газ и др.).

- **Обслуживающие процессы** обеспечивают основные и вспомогательные процессы услугами, необходимыми для их нормального функционирования, например транспортные и складские, технологические службы, службы маркетинга, менеджмента, экономический и финансовый отделы.

Таким образом, ПП - это совокупность основных технологических процессов + вспомогательные производства + система управления.

2.2. Технологический процесс. Классификация и характеристика

Технологический процесс (ТП) – совокупность технологических операций по переработке сырья в конечную продукцию.

Технологическая операция (ТО) – законченная часть ТП, выполняемая на одном рабочем месте.

Учитывая характерные структурные составляющие современных производств, все технологии можно разделить на две группы:

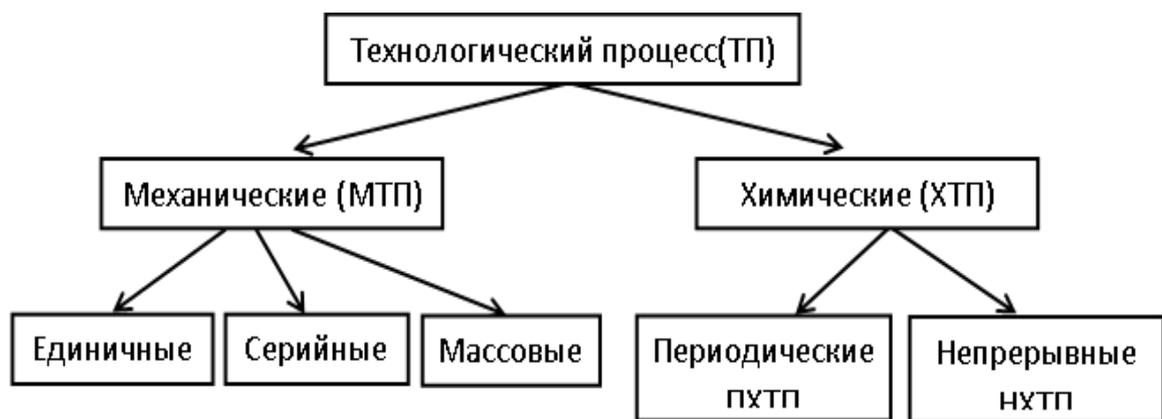


Рис.2. Классификация технологических процессов

Механические технологические процессы (МТП) - это процессы, в которых изменяется форма, геометрические размеры, физические свойства материала, выполняется соединение деталей в сборочные единицы и изделия, осуществляется контроль требований чертежа и технических условий.

Структура машиностроительных (механических) производств предусматривает проведение следующих этапов:

- Выбор материала
- Изготовление заготовок
- Обработка заготовок и производство деталей
- Сборка изделия

Исходя из данной структуры производства, к МТП можно отнести такие отрасли как:

- все виды производства сложных механизмов, приборов, оборудования, бытовой техники и т.д.;
- мебельное производство;
- производство изделий легкой промышленности.

Химические технологии – процессы коренного изменения внутреннего строения, состава и свойств веществ. В результате прохождения химико-технологических процессов (ХТП) образуются новые вещества.

К ХТП относятся:

- производство органических, неорганических веществ, высокомолекулярных (полимерных) соединений, переработка нефти;
- биохимические производства, к которым, в частности, относится производство пищевых продуктов, очистка воды;
- металлургия;

- производство строительных материалов (цемента, извести, гипса);
- фармацевтическое производство и др.

а) Механический технологический процесс

Одной из основных характеристик типа МТП является **коэффициент закрепления операций** — отношение числа всех различных технологических операций (O), выполненных или подлежащих выполнению в течение месяца, к числу рабочих мест (P):

$$K_{з.о} = O/P$$

$$1 < K_{з.о} < \infty$$

Таблица 1.

Характеристика типов МТП

Наименование	Единичное производство (ЕП)	Серийное производство (СП)	Массовое производство (МП)
Объем выпуска (N)	1-10	Мелкосерийное N = 10 ² Среднесерийное N = 10 ³ Крупносерийное N = 10 ⁴	10 ⁵ - 10 ⁶
Коэффициент закрепления операции (K _{з.о})	K _{з.о} → ∞	Мелкосерийное K _{з.о} > 10 Среднесерийное 6 < K _{з.о} < 10 Крупносерийное 2 < K _{з.о} < 5	K _{з.о} = 1
Техническое обеспечение	Универсальные станки, универсальная оснастка и универсальные инструменты	Универсальное и специализированное оборудование: станки с ЧПУ (числовым программным управлением), обрабатывающие	Специальные станки, изготовленные по спецзаказу и предназначенные для изготовления конкретной детали изделия;

		центры, станки, комплектующие револьверной головкой.	автоматы и полуавтоматы; управляемые от ЭВМ, автоматические линии.
Квалификация рабочей силы	Высокая	Средняя квалификация рабочих выше, чем в массовом производстве, но ниже, чем в единичном.	Средняя квалификация рабочих ниже, чем в ЕП и СП.
Особенности	Предназначено обслуживать другие виды промышленных производств – серийное, массовое – изготавливая по их заказу специальную оснастку и дополнительное оборудование	<ul style="list-style-type: none"> • Продукция выпускается периодически повторяющимися партиями (сериями) при заданной номенклатуре и объеме выпуска. • Главное преимущество СП - гибкость производства 	МП обеспечивает стабильное качество и низкие издержки производства.

Типизация в технологии машиностроения определяет взаимосвязь серийности производства и издержек на реализацию технологического процесса. Очевидно, чем выше программа выпуска изделия, тем более широко используются высокопроизводительные станки, информатизация производства, механизация, автоматизация и поточная система, что в конечном итоге создает условия минимизации издержек.

б) Химико-технологический процесс

Непрерывными (НХТП) называют процессы, в которых поступление сырья в аппарат и выпуск продукции происходят непрерывно

(или систематическими порциями) в течение длительного времени. Примеры: производство чугуна, переработка нефти и др.

Основные достоинства НХТП:

➤ НХТП характеризуются огромной единичной мощностью производства.

➤ НХТП обеспечивает стабильное качество производимой продукции.

➤ НХТП – экономически высокоэффективное производство. Непрерывная технология производства позволяет успешно решать задачи минимизации производственных затрат на выпуск продукции, например, минимизировать энерго – и ресурсозатраты за счет использования принципа рецикла (возврата) энергетических ресурсов, использования вторичной энергии или рекуперации отходов производства.

➤ В НХТП успешно внедряются высоко информатизированные автоматизированные системы управления (АСУТП), базирующиеся на результатах инновационных научных решений. Это позволяет значительно улучшить конечные показатели производства.

➤ НХТП имеют исключительно высокий показатель по рентабельности инновационных инвестиций на совершенствование производства.

Негативным моментом внедрения НХТП является то, что стоимость строительства современных крупных предприятий требует огромных капиталовложений. Например, НПЗ «ТАНЕКО» - объем капиталовложений 7-7,5 млрд. долл. США.

Периодическим (ПХТП) называют процесс, в котором порция сырья загружается в аппарат, проходит в нем ряд стадий обработки и затем выгружаются все образовавшиеся вещества. Пример: производство стали; малотоннажное производство (например, производство лекарств, спецхимия); производство строительных материалов; процессы в пищевой промышленности и др.

Преимущества ПХТП:

➤ Гибкость ПХТП – способность технологического процесса к выпуску продукции широкой номенклатуры, сортности, вида, состава продукции. Например, производство стали.

➤ Простота оборудования.

➤ Невысокие издержки организации производства.

Основные недостатки ПХТП:

❖ Сложность механизации и автоматизации процесса.

- ❖ Простой оборудования.
- ❖ Нестабильность качества выпускаемой продукции.
- ❖ Сложность обслуживания процесса.

2.3. Вопросы для изучения:

1. Производственный процесс и его структура.
2. Технологический процесс. Классификация и характеристика.
3. Классификация и характеристика химико-технологических производств как подход к оптимизации технико-экономических показателей.
4. Непрерывные химико-технологические производства – характеристика, примеры.
5. Периодические химико-технологические производства – характеристика, примеры.

2.4. Глоссарий

Производственный процесс — совокупность всех действий людей и орудий труда, необходимых на данном предприятии для изготовления продукции.

Технологический процесс - является частью производственного процесса, содержащей целенаправленные действия по изменению и (или) определению состояния предмета труда.

Механические технологические процессы - это процессы, в которых изменяется форма, геометрические размеры, физические свойства материала, выполняется соединение деталей в сборочные единицы и изделия, осуществляется контроль требований чертежа и технических условий.

Химические технологии – процессы коренного изменения внутреннего строения, состава и свойств веществ. В результате прохождения химико-технологических процессов (ХТП) образуются новые вещества.

Технологическая операция – законченная часть ТП, выполняемая на одном рабочем месте.

Непрерывными ХТП называют процессы, в которых поступление сырья в аппарат и выпуск продукции происходят непрерывно (или систематическими порциями) в течение длительного времени.

Периодическим называют процесс, в котором порция сырья загружается в аппарат, проходит в нем ряд стадий обработки и затем выгружаются все образовавшиеся вещества.

2.5. Рекомендуемые информационные ресурсы:

1. Системы технологий: учебник / Под ред. проф. В.В.Трофимова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2012. –521 с. (ЭБС «КнигаФонд»).
2. Ткачев А.Г., Шубин И.Н., Попов А.И. Промышленные технологии и инновации. Оборудование для nanoиндустрии и технология его изготовления: Учебное пособие. - Тамбов: Издательство ТГТУ, 2012. - 132 с. (ЭБС «КнигаФонд»).
3. Орехов В.Н. Учебное пособие: Системы технологий (рекомендации для выполнения технологической части дипломных работ и проектов) ИД«ИНЖЭК» 2011. – 256 с. (ЭБС «КнигаФонд»).
4. Электронный учебник о современных технологиях (<http://ftpsite.ru/>).
5. Современные системы технологии (<http://stels300.ru>)
6. Промышленные технологии и инновации (<http://edu.tusur.ru>).
7. Технологии Инновации Производство (<http://promvesti-vrn.ru>).
8. Системы технологий (<http://twirpx.com>).

2.6. Список сокращений

ПП - производственный процесс

ТП - технологический процесс

МТП - механические технологические процессы

ХТП - химико-технологические процессы

ТО - технологическая операция

ЕП - единичное производство

СП - серийное производство

МП - массовое производство

НХТП – непрерывные химико-технологические процессы

ПХТП – периодические химико-технологические процессы

НПЗ - нефтеперерабатывающий завод

АСУТП - автоматизированные системы управления технологическим процессом

Управление качеством продукции на примере металлов и сплавов

Аннотация. В данной теме описываются основные свойства металлов и сплавов, виды термообработки, направления развития современной технологии в обеспечении сверхвысоких показателей стойкости инструментальных материалов.

Ключевые слова. Металлы, аллотропия, термообработка, сплавы металлов.

Методические рекомендации по изучению темы

- Тема содержит лекционную часть, где даются общие представления по теме, которую необходимо изучить, и ответить на вопросы.

3.1. Строение металлов и сплавов

Металлы (Me) – вещества, атомы которых образуют кристаллическую решетку. Металлам присущи следующие типы элементарных кристаллических ячеек: кубическая объемно центрированная (ОЦК), кубическая гранецентрированная (ГЦК) и гексагональная плотноупакованная (ГПУ).

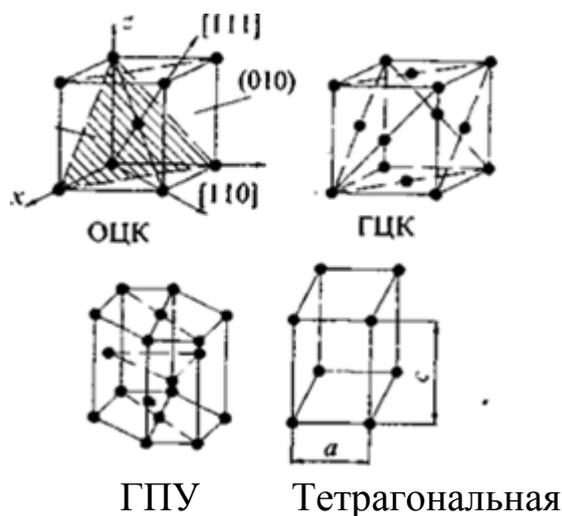


Рис. 1. Типы элементарных кристаллических ячеек

Свойство Me перестраивать решетку при термическом или механическом воздействии называется **аллотропией (полиморфизмом)**.

3.2. Виды сплавов

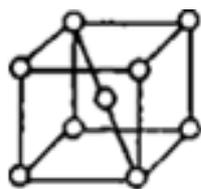
Чистые Ме в технике не используются, в основном используются сплавы. Сплав – это вещество, полученное сплавлением двух или более компонентов.

Виды твердых сплавов:

✓ Сплав как твердый раствор:

а) Твердый раствор замещения

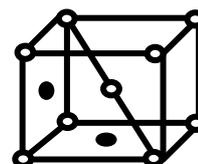
б) Твердый раствор внедрения



Чистый металл
внедрения



Твердый раствор замещения



Тв. раствор

Рис. 2. Виды твердых сплавов

✓ Сплав как химическое соединение. Основной Ме вступает в хим. реакцию с другим элементом, образуя новое вещество. Н-р, $3\text{Fe} + \text{C} = \text{Fe}_3\text{C}$ (карбид железа – «цементит»). Наличие в сплаве химических соединений типа карбидов (Fe_3C), нитридов (TiN), окисных соединений (SiO_2) определяют твердость и износостойкость металлов.

✓ Сплав как механическая смесь. Механическая смесь кристаллов образуется, когда компоненты не растворимы и не образуют химических соединений.

3.3. Свойства Ме и сплавов

Наиболее используемыми в промышленности являются сплавы железо (Fe) – углерод (C). Сплавы Fe – C в зависимости от содержания углерода делятся на стали (содержание углерода до 2,14%) и чугуны (содержание углерода более 2,14%). Предельное содержание углерода в сплаве 6,67%.

У металлов выделяют механические, технологические, физические и химические свойства. Рассмотрим механические свойства:

- **Прочность** (σ_b) – способность материала сопротивляться разрушению и появлению остаточных деформаций под действием внешних сил.

- **Твердость** – способность одного тела противостоять проникновению в него другого тела, более твердого. (НВ – по Бриннелю)

- **Пластичность** (δ) - свойство металла деформироваться без разрушения под действием внешних сил.

- **Вязкость** – способность металла оказывать сопротивление ударным нагрузкам.

- **Упругость** – свойство металла восстанавливать свою форму после прекращения действия внешних сил.

Ниже, на графике представлено изменение свойств сплава железо - углерод. При малом содержании углерода образуется кристаллическая структура сплава в виде твердого раствора внедрения, а затем - твердого раствора замещения. Снижение пластичности металла и рост прочности происходит до критической концентрации 1,2% углерода, когда сплав перекристаллизуется с образованием зерен в виде механической смеси.

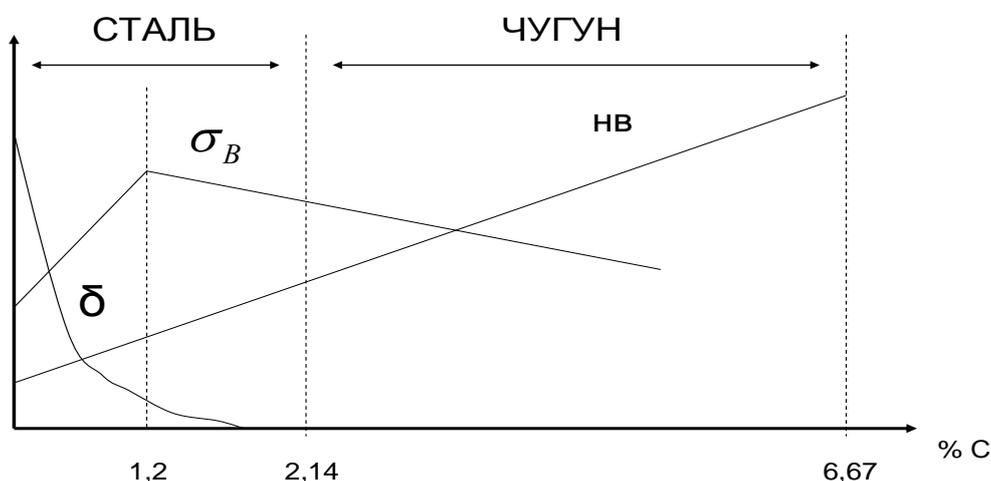


Рис. 3. Свойства сплавов железо - углерод (Fe - C); δ - пластичность,%; σ_B - предел прочности, Н/мм²; НВ – твердость, мм.

С дальнейшим повышением содержания углерода прочность снижается, растет хрупкость сплава т.к. нарушаются связи между зернами металла. По мере повышения содержания углерода, происходит увеличение доли сплава в виде химического соединения - карбида железа – Fe₃C, который характеризуется большой твердостью.

3.4. Термообработка и ее виды

Термической обработкой называют процессы, связанные с нагревом и охлаждением, вызывающие изменения внутреннего строения сплава, и в связи с этим изменения в нужном направлении физических, пластических, механических и других свойств. В основе теории термообработки лежит свойство *аллотропии*.

Режимом термообработки называется последовательность ее этапов с указанием температуры и времени.

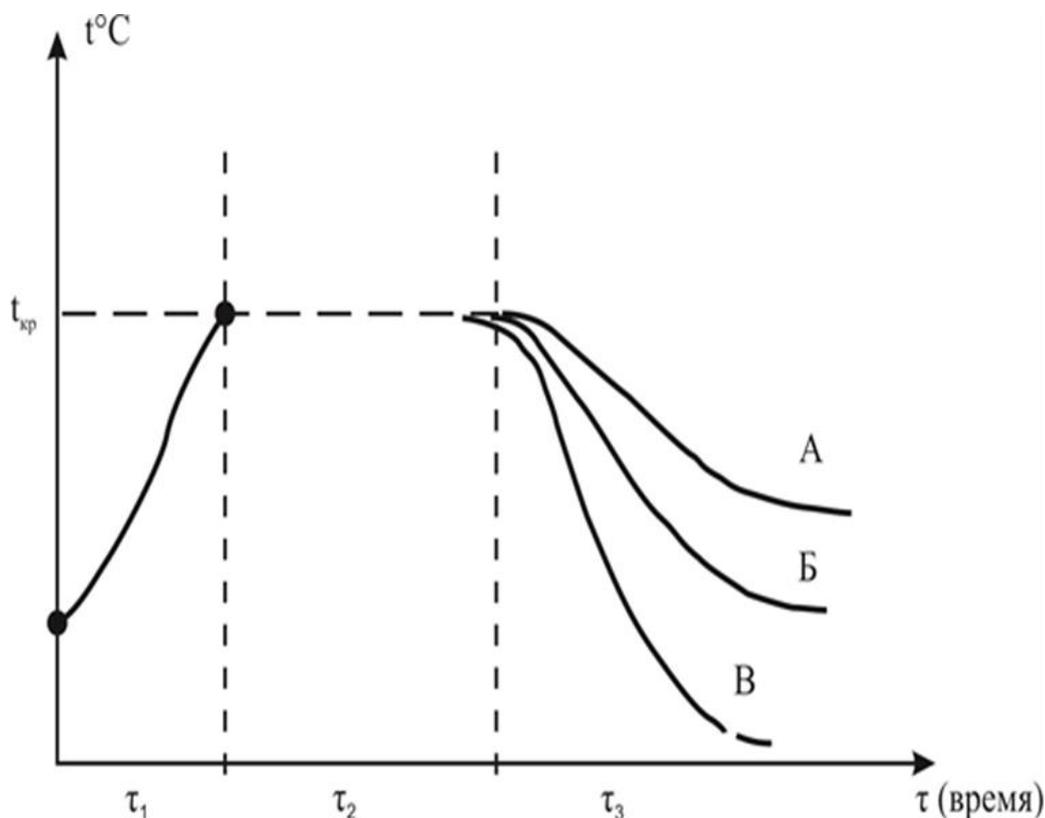


Рис. 4. Этапы режима термообработки

Всего 3 этапа режима:

этап 1 – металл (материал) нагревается в течение времени до равновесной температуры перекристаллизации $t_{кр}$.

этап 2 – металл выдерживается в течение времени при $t_{кр}$;

этап 3 – металл охлаждается с заданной скоростью по вариантам А, Б, В.

Три режима (три способа) термообработки:

1. Вариант А. Охлаждение металла осуществляется со скоростью $\frac{\Delta t}{\Delta \tau} = 30 \div 50 \frac{^{\circ}C}{час}$ (очень медленно охлаждают вместе с печью) – это режим отжига;

2. Вариант Б. Охлаждение металла осуществляется со скоростью $\frac{\Delta t}{\Delta \tau} = 30 \div 50 \frac{^{\circ}C}{мин}$ (на воздухе) – это режим нормализации;

3. Вариант В. Охлаждение металла осуществляется со скоростью $\frac{\Delta t}{\Delta \tau} = 30 \div 50 \frac{^{\circ}\text{C}}{\text{сек}}$ (быстрое охлаждение в воде, масле...) – это режим закали.

Отжиг применяют для улучшения обработки металлов резанием, снижения твердости, получения зернистой структуры, а также для снятия напряжений, устранения частично (или полностью) всякого рода неоднородностей.

Нормализация по сравнению с отжигом - более экономичная операция, так как не требует охлаждения вместе с печью. Нормализацию применяют для получения мелкозернистой структуры в отливках и поковках, для устранения наклепа, для подготовки структуры стали к закалке.

Закалка применяется с целью получения неравновесной структуры. В результате закалки повышается прочность и твердость и понижается пластичность стали

3.5. Классификация материалов, применяемых в промышленности

Таблица 1.

Классификация материалов, применяемых в промышленности

Материалы	
Конструкционные	Инструментальные
<ul style="list-style-type: none"> • Чугуны • Стали <ul style="list-style-type: none"> – низкоуглеродистые – среднеуглеродистые – высокоуглеродистые – легированные • Полимеры • Пластмассы • Сплавы цветных металлов • Стекло, древесина, и т.д 	<ul style="list-style-type: none"> • Углеродистые стали • Быстрорежущие стали • Твердые сплавы • Минералокерамика • Сверхтвердые материалы (алмазы)

а) Конструкционные материалы

Конструкционные стали маркируют словом «сталь» и цифрами 08,10,15,..20,.. 85, которые указывают среднее содержание углерода в сотых долях процента.

Низкоуглеродистые стали ($C < 0,20\%$). Ст.08, Ст.10, Ст.15. Обладают невысокой прочностью и высокой пластичностью. Их используют для малонагруженных деталей (корпус автомобиля).

Среднеуглеродистые стали (0,25-0,45%С) имеют более высокую прочность при более низкой пластичности. Основной конструкционный материал для деталей машин.

Высокоуглеродистые стали (0,5-0,85%С). Ст. 60, 70, 80, 85 обладают повышенной прочностью, износостойкостью, упругими свойствами; применяют для деталей, работающих в условиях трения, для изготовления пружин и рессор, шпинделей, прокатных валков.

Легируемые стали. Вводимые в сталь легирующие элементы изменяют ее механические, физические и химические свойства. Для легирования стали, чтобы улучшить ее свойства, применяют хром, никель, марганец, кремний, вольфрам, молибден, ванадий, кобальт, титан, алюминий, медь и другие элементы.

б) Инструментальные материалы в современной технологии машиностроения

Основные свойства, которыми должен обладать материал для режущих инструментов – **стойкость и теплостойкость.**

Под **теплостойкостью** понимают способность материала сохранять высокую твердость и режущую способность при повышенных температурах. Критерием теплостойкости является максимальная температура нагрева.

Стойкость инструмента (Т) – это время, в течение которого инструмент может работать в непрерывном режиме резания без ощутимого износа.

Углеродистые инструментальные стали. Обладают высокой твердостью, но теплостойкость низкая. Стали маркируют буквой У и цифрой, означающей содержание углерода в десятых долях процента. Это стали У7 - У13. Применяют для изготовления инструментов, работающих с перерывами (ножовки, напильники).

Быстрорежущие стали. Обладают высокой теплостойкостью (до 850°C). Это создается легированием карбидообразующими элементами, прежде всего вольфрамом (W) и молибденом(Mo). Их обозначают

буквой, цифра после которой указывает содержание вольфрама. P18, P9, P6M3, P6M5. Сверла, фрезы.

Твердые сплавы. Это износостойкие и твердые металлические материалы, содержащие в структуре большое количество карбидов вольфрама, титана, тантала, хрома, железа. Изготавливают методом порошковой металлургии. Их применяют для резания с высокими скоростями. BK6 (6% Co и 94% WC); BK8 (8% Co и 92% WC); T15K6 (15% TiC, 6% Co, остальное WC). Теплостойкость до 1000 °С. Резцы, измерительные инструменты, приборы...

Минералокерамические материалы. Получают методом порошковой металлургии из тончайших порошков минералов (оксиды, карбиды, нитриды, н-р, Al₂O₃, MgO, Si₃N₄ и пр). Очень высокие твердость и теплостойкость (до 1240 °С). В форме пластинок присоединяются к корпусам режущих инструментов. Недостаток – хрупкость.

Сверхтвердые материалы (алмазы):

Алмаз. Широко применяют для оснащения лезвийных инструментов при высоких скоростях резания (100-200 м/мин и более). Алмаз имеет значительно большую твердость и износостойкость, чем у твердых сплавов. Однако алмаз хрупок и теплостойкость его 800°С.

Эльбор (BN- синтетический алмаз). Имеет такую же, как алмаз, кристаллическую решетку и близкие к нему свойства, но превосходит его по теплостойкости (1200 °С) и химической инертности. Для труднообрабатываемых материалов. Стойкость резцов со вставками из эльбора в 10 раз выше, чем у твердых сплавов и минералокерамики.

3.6. Вопросы для изучения:

1. Определение влияния состава сплава металла на качество продукции (на примере сплавов сталь – чугун).
2. Три вида сплавов. Диаграмма «Состав - свойство» стали.
3. Лигированные стали. Управление составами сплавов.
4. Инструментальные материалы: состав и свойства быстрорежущей стали.
5. Инструментальные материалы: технико-экономические показатели инструментов из твердого сплава.
6. Направления использования натуральных и синтетических алмазов в современной технологии и их экономическая эффективность.
7. Назначение, технологический процесс и экономическая эффективность термообработки металлов отжигом.

8. Назначение, технологический процесс и экономическая эффективность термообработки металлов закалкой.

3.7. Глоссарий

Металлы – твёрдые вещества, имеющие кристаллическую структуру.

Аллотропия - способность существовать в различных кристаллических структурах.

Термообработка – термическое воздействие с целью обеспечения желаемых свойств материала за счет проведения процесса перекристаллизации.

Сталь – главный вид конструкционного материала сплав железа с углеродом (Fe – C) содержание углерода от 0,01 до 2,14%.

Чугун – сплав железа с углеродом (Fe – C) содержание углерода от 2,14 до 6,67% повышенное содержание углерода приводит к значительному возрастанию твёрдости металла НВ в связи с переходом сплава к виду Fe₃C – карбид железа.

Прочность (σ_B) – способность материала сопротивляться разрушению и появлению остаточных деформаций под действием внешних сил.

Твердость – способность одного тела противостоять проникновению в него другого тела, более твердого. (НВ – по Бриннелю)

Пластичность (δ) - свойство металла деформироваться без разрушения под действием внешних сил.

Вязкость – способность металла оказывать сопротивление ударным нагрузкам.

Упругость – свойство металла восстанавливать свою форму после прекращения действия внешних сил.

Стойкость инструмента - оценивается показателем работоспособности по времени [мин], в течение которого инструмент работает непрерывно без ощутимого износа.

3.8. Рекомендуемые информационные ресурсы:

1. Системы технологий: учебник / Под ред. проф. В.В.Трофимова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2012. –521 с. (ЭБС «КнигаФонд»).

2. Ткачев А.Г., Шубин И.Н., Попов А.И. Промышленные технологии и инновации. Оборудование для nanoиндустрии и технология его

изготовления: Учебное пособие. - Тамбов: Издательство ТГТУ, 2012. - 132 с. (ЭБС «КнигаФонд»).

3. Орехов В.Н. Учебное пособие: Системы технологий (рекомендации для выполнения технологической части дипломных работ и проектов) ИД«ИНЖЭК» 2011. – 256 с. (ЭБС «КнигаФонд»).

4. Электронный учебник о современных технологиях (<http://ftpsite.ru/>).

5. Современные системы технологии (<http://stels300.ru>)

6. Промышленные технологии и инновации (<http://edu.tusur.ru>).

7. Технологии Инновации Производство (<http://promvesti-vrn.ru>).

8. Системы технологий (<http://twirpx.com>).

3.9. Список сокращений

ОЦК - кубическая объемно центрированная элементарная кристаллическая ячейка

ГЦК - кубическая гранецентрированная элементарная кристаллическая ячейка

ГПУ - гексагональная плотноупакованная элементарная кристаллическая ячейка

Типовые производственные процессы в машиностроении

Аннотация. В данной теме описывается сравнительная характеристика эффективности типовых машиностроительных производств в современном экономическом развитии.

Ключевые слова. Машиностроение, массовое производство, серийное производство, единичное производство.

Методические рекомендации по изучению темы

- Тема содержит лекционную часть, где даются общие представления по теме, которую необходимо изучить, и ответить на вопросы.

4.1. Структура машиностроительного производства

Цель машиностроительного производства – выполнение программы и номенклатуры выпуска изделий с достижением заданного качества и минимизации издержек.

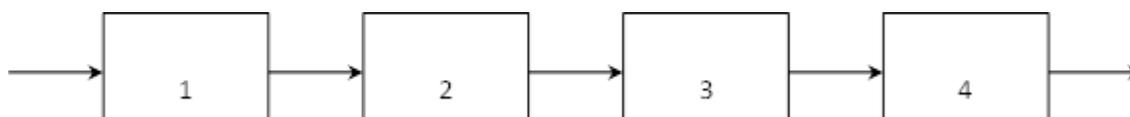


Рис. 1. Структура машиностроительного производства

Этап 1. Выбор материала для производства данной продукции.

Этап 2. Выбор заготовок – определение технологического метода и способа для придания материалу формы и размеров максимально приближенных по этим показателям к детали. Предусматривается минимизация припуска – избыточного материала на поверхности заготовки.

Этап 3. Технологический процесс обработки металлов резанием. Заготовка обрабатывается на металлорежущих станках со снятием припуска с соответствующей поверхности заготовки. На данном этапе обеспечивается качество изготавливаемой детали – точность конфигурации и размеров поверхностей, заданной шероховатости (чистоты поверхности), физико-механических показателей материала.

Этап 4. Сборка изделия – финишная технологическая операция в производстве изделия. Эффективность технологического процесса сборки

обеспечивается применением инновационных решений в организации, механизации, роботизации и автоматизации процессов.

Структуру машиностроительного производства можно представить в виде:

$$ПП = \sum ТП = \sum \sum ТО = \sum \sum \sum ТПерех = \sum \sum \sum \sum ТПроход$$

Технологический процесс механической обработки (ТП) – последовательное изменение формы заготовки в целях получения окончательного вида детали.

Технологической операцией (ТО) называют законченную часть технологического процесса, выполняемую на одном рабочем месте.

Технологический переход (ТПерех)— законченная часть технологической операции по обработке одной поверхности одним инструментом.

Проход (ТПроход)- составная часть перехода, характеризующаяся одним перемещением инструмента в направлении подачи.

В машиностроении рассматриваются три типа производства:

- единичное производство;
- массовое производство;
- серийное производство.

Единичное производство (ЕП) – производство продукции в единичных экземплярах.

Массовое производство (МП) - это один из видов организации производства, который, как правило, характеризуется небольшой номенклатурой однородной продукции, но изготавливаемой в больших количествах.

Серийное производство (СП) — тип производства, характеризующийся ограниченной номенклатурой изделий, изготавливаемых или ремонтируемых периодически повторяющимися партиями, и сравнительно большим объемом выпуска.

4.2. Вопросы для изучения:

1. Сравнительная технико-экономическая характеристика типовых производств.
2. Технико-экономическое обоснование и принципы организации массового производства.
3. Технико-экономическое обоснование и принципы организации единичного производства.

4. Техничко-экономическое обоснование и принципы организации серийного производства.

4.3. Глоссарий

Машиностроение – это совокупность отраслей промышленности, предназначение которых заключается в производстве множественных видов механизмов, устройств, агрегатов, изделий, которые на первый взгляд не имеют общих показателей по своему назначению, но похожи по структуре организации технологического производства.

Единичное производство – производство продукции в единичных экземплярах.

Массовое производство - это один из видов организации производства, который, как правило, характеризуется небольшой номенклатурой однородной продукции, но изготавливаемой в больших количествах.

Серийное производство — тип производства, характеризующийся ограниченной номенклатурой изделий, изготавливаемых или ремонтируемых периодически повторяющимися партиями, и сравнительно большим объемом выпуска.

4.4. Рекомендуемые информационные ресурсы:

1. Системы технологий: учебник / Под ред. проф. В.В.Трофимова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2012. –521 с. (ЭБС «КнигаФонд»).
2. Ткачев А.Г., Шубин И.Н., Попов А.И. Промышленные технологии и инновации. Оборудование для nanoиндустрии и технология его изготовления: Учебное пособие. - Тамбов: Издательство ТГТУ, 2012. - 132 с. (ЭБС «КнигаФонд»).
3. Орехов В.Н. Учебное пособие: Системы технологий (рекомендации для выполнения технологической части дипломных работ и проектов) ИД«ИНЖЭК» 2011. – 256 с. (ЭБС «КнигаФонд»).
4. Электронный учебник о современных технологиях (<http://ftpsite.ru/>).
5. Современные системы технологии (<http://stels300.ru>)
6. Промышленные технологии и инновации (<http://edu.tusur.ru>).
7. Технологии Инновации Производство (<http://promvesti-vrn.ru>).
8. Системы технологий (<http://twirpx.com>).

4.5. Список сокращений

ЕП – единичное производство

МП - массовое производство

ТП – технологический производственный процесс

ТО – технологическая операция

ТПерехода – технологический переход

ТПроход. – технологический проход

СП - серийное производство

Современные технологии производства заготовок деталей машин

Аннотация. В данной теме описываются экономическая оценка издержек производства заготовок деталей машин (минимизация припуска), а также назначение, преимущества и недостатки современных видов производства заготовок.

Ключевые слова. Заготовка, припуск, прокатка, литье, ковка, штамповка, прессование, порошковая металлургия.

Методические рекомендации по изучению темы

- Тема содержит лекционную часть, где даются общие представления по теме, которую необходимо изучить, и ответить на вопросы.

5.1. Экономическая оценка издержек производства заготовок деталей машин

Заготовка – предмет труда по форме и размерам максимально приближенный к готовой детали.

Этап получения заготовок определяет экономическую эффективность всего машиностроительного производства.

Заготовка отличается от детали наличием избыточного слоя материала – припуска (Z). **Припуск – важнейший экономический показатель, определяющий условия минимизации материалоемкости машиностроительного производства, снижение потерь.**

Себестоимость одной заготовки:

$$C_{заг} = (M + Z + P) + \frac{Ц_{осн}}{N}$$

где M – стоимость материала, затраченного на изготовление одной штуки заготовки. Значение M зависит от величины припуска, что в свою очередь определяется методом и способом производства заготовки; P – расходы на эксплуатацию оборудования при изготовлении одной заготовки (амортизация оборудования, инструментов, стоимость электроэнергии); Z – зарплата производственных рабочих по штучному времени; $Ц_{осн}$ – стоимость дополнительного устройства – оснастки, применяемой в условиях серийного производства; N – объем партии.

5.2. Прокатка металлов

Прокатку производят на прокатных станах. Она представляет собой процесс обжатия и вытяжки металла заготовки. Более 75% всей выплавленной стали подвергается прокатке.

Виды проката: листовой, трубный, специальный, сортовой.

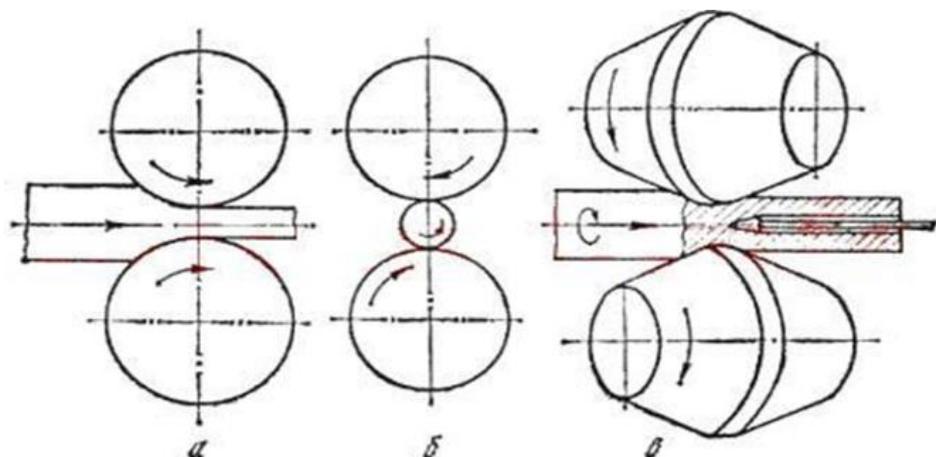


Рис. 1. Виды проката

Достоинства прокатки:

- Высокая производительность;
- Очень широкая номенклатура изделий (вплоть до шариков для шарикоподшипников);
- Метод поддается автоматизации.

Недостатки прокатки:

- ◆ Высокая капиталоемкость и материалоемкость;
- ◆ Энергоемкость;
- ◆ Поверхность изделия требует механической обработки.
- ◆ Требуется термическая обработка изделий.

Вывод: метод выгоден для крупносерийного производства заготовок, само производство обладает высокой конкурентоспособностью.

5.3. Литье

Литейное производство основано на получении заготовок или готовых деталей машин путем заливки жидкого металла в литейные формы.

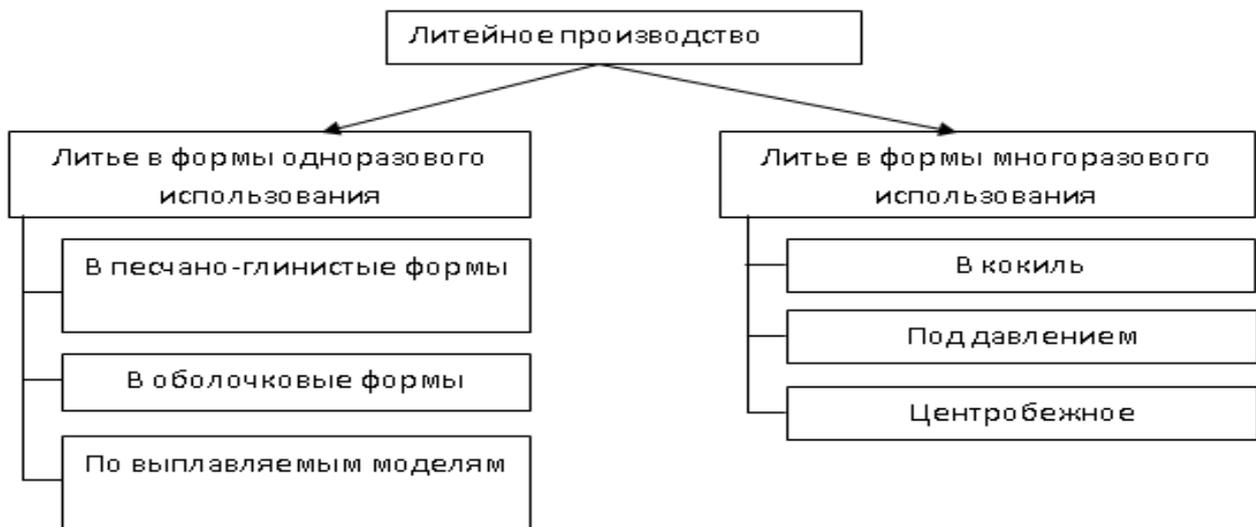


Рис. 2. Виды литья

Достоинства литья:

- Точность (минимальный припуск); Отходы металла в стружку при обработке отливок примерно в 2 раза меньше, чем при изготовлении деталей из проката, а при литье прогрессивными методами они отсутствуют.

- Позволяет получать заготовки сколь угодно сложной конфигурации (фасонные);

- Нет ограничений по массе – масса отливок от граммов до сотен тонн.

Недостатки литья:

- ◆ Дороговизна

5.4. Обработка давлением

Обработка металлов давлением основана на использовании пластических свойств металлов.

Ковка. Ковка – это процесс получения деталей путем пластического деформирования металла под действием последовательных ударов молота или под давлением прессы. Разделяют свободную ковку и ковку в штампах.

Достоинства ковки:

- Ковкой получают самые разнообразные по форме и весу заготовки и изделия. Вес заготовок - от нескольких граммов до 200 т и более;

- Забиваются микротрещины, повышаются механические свойства поковок.

Недостаткиковки:

- ◆ Большой припуск;
- ◆ Большие трудовые затраты, требуется высококвалифицированная рабочая сила;
- ◆ Высокая стоимость оборудования;
- ◆ Высокая энергоемкость, связанная с нагревом заготовки;
- ◆ Низкая производительность.

Штамповка. В зависимости от исходного, материала штамповку делят на объемную и листовую. Процессом листовой штамповки изготавливают: детали кузовов автомобилей, автобусов, корпусов самолетов, вагонов, металлическую посуду, детали мотоциклов, различных приборов, часов и др.

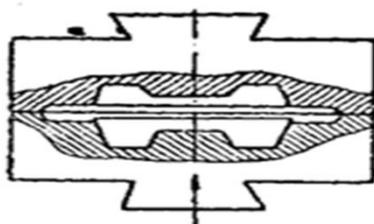


Рис. 3. Штамп для объемной штамповки

Достоинства штамповки:

- Более высокая производительность по сравнению со свободной ковкой (примерно в несколько десятков раз);
- Более однородные и точные заготовки;
- Припуск для механической обработки при объемной штамповке в 3—5 раз меньше, чем при свободной ковке;
- Не требует высококвалифицированной рабочей силы.

Недостатки штамповки:

- ◆ Ограниченность номенклатуры по весу и сложности штамповочных заготовок (до 350 кг);
- ◆ Высокая стоимость изготовления штампов;
- ◆ Монотонность работы на конвейере.

Прессование. Это - способ обработки металлов давлением, при котором металл выдавливают из замкнутой полости через отверстие, в результате чего получают изделие с сечением по форме отверстия.

Достоинства прессования:

- Высокая производительность;
- Высокая точность изделий;

- Метод подвергается автоматизации;
- Можно изготавливать сложные профили;
- Легко перейти на изготовление другого профиля, поменяв матрицу.

Недостатки прессования:

- ◆ Высокая стоимость контейнера и матрицы;
- ◆ Ограниченность номенклатуры по материалу;
- ◆ Ограниченность номенклатуры профилями;
- ◆ Высокие энергозатраты.

5.5. Порошковая металлургия

Методами порошковой металлургии изготавливают изделия, имеющие специальные свойства: антифрикционные детали узлов трения приборов и машин (втулки, вкладыши, опорные шайбы и т.д.), конструкционные детали (шестерни, кулачки и др.), фрикционные детали (диски, колодки и др.), инструментальные материалы (резцы, пластины резцов, сверла и др.).

Типовая технология производства заготовки изделий методом порошковой металлургии включает четыре основные операции:

- 1) получение порошка исходного материала;
- 2) формование заготовок;
- 3) спекание
- 4) окончательную обработку.

Достоинства порошковой металлургии: очень прочные изделия с особыми свойствами.

Недостаток: дороговизна

5.6. Вопросы для изучения:

1. Технология производства заготовок деталей машин давлением и ее экономическое обоснование.
2. Технология производства заготовок деталей машин литьем и ее экономическое обоснование.
3. Технология производства заготовок деталей машин прокатом и ее экономическое обоснование.

5.7. Глоссарий

Заготовка – предмет труда по форме и размерам максимально приближенный к готовой детали.

Припуск - избыточный слой материала.

Ковка – это процесс получения деталей путем пластического деформирования металла под действием последовательных ударов молота или под давлением прессы.

Прессование - способ обработки металлов давлением, при котором металл выдавливают из замкнутой полости через отверстие, в результате чего получают изделие с сечением по форме отверстия.

Прокатка — это процесс деформирования изделий, между вращающимися приводными валками.

Литьё - способ изготовления заготовки или изделия заполнением полости заданной конфигурации жидким металлом (или полимером) с последующим его затвердеванием.

5.8. Рекомендуемые информационные ресурсы:

1. Системы технологий: учебник / Под ред. проф. В.В.Трофимова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2012. –521 с. (ЭБС «КнигаФонд»).
2. Ткачев А.Г., Шубин И.Н., Попов А.И. Промышленные технологии и инновации. Оборудование для nanoиндустрии и технология его изготовления: Учебное пособие. - Тамбов: Издательство ТГТУ, 2012. - 132 с. (ЭБС «КнигаФонд»).
3. Орехов В.Н. Учебное пособие: Системы технологий (рекомендации для выполнения технологической части дипломных работ и проектов) ИД«ИНЖЭК» 2011. – 256 с. (ЭБС «КнигаФонд»).
4. Электронный учебник о современных технологиях (<http://ftpsite.ru/>).
5. Современные системы технологии (<http://stels300.ru>)
6. Промышленные технологии и инновации (<http://edu.tusur.ru>).
7. Технологии Инновации Производство (<http://promvesti-vrn.ru>).
8. Системы технологий (<http://twirpx.com>).

Управление технологическими процессами обработки металлов

Аннотация. В данной теме описываются основные виды технологических операций обработки металлов резанием: точение, сверление, фрезерование, строгание, протягивание, шлифование.

Ключевые слова. Точение, сверление, фрезерование, строгание, протягивание, шлифование, электроэрозия.

Методические рекомендации по изучению темы

- Тема содержит лекционную часть, где даются общие представления по теме, которую необходимо изучить, и ответить на вопросы.

6.1. Основные виды технологических операций обработки металлов резанием

Задача. Организовать технологический процесс обработки металлов резанием на металлорежущих станках, в процессе которого с минимальными издержками из заготовки изготавливается деталь заданного качества.

Качество детали:

- ◆ заданная конфигурация; виды поверхности;
- ◆ заданные размеры;
- ◆ точность размеров;
- ◆ прочностные характеристики материала.

Основные виды операций:

1. точение;
2. сверление;
3. фрезерование;
4. строгание;
5. протягивание;
6. шлифование.

1. **Точение** – токарная операция предназначена для обработки тел вращения с целью получения:

- цилиндрических;
- конических;
- торцевых поверхностей;

- сверления осевого отверстия;
- нарезания.

2. **Операция сверления** – предназначена для получения:

- глухих отверстий;
- сквозных отверстий;
- нарезания наружной и внутренней резьбы;

3. **Операция фрезерования** – предназначена для получения фасонных поверхностей, плоскостей, получения многогранников, пазов, шлицев; нарезания зубчатых колес.

4. **Строгание** – обработка плоскостей значительной длины и площади, получение пазов, продольных каналов.

5. **Протягивание** - специальная высокоэффективная технологическая операция механической обработки на протяжных станках многорядным, многолезвийным инструментом.

6. **Шлифование** – финишная операция отделочно-доводочная, обеспечивая необходимую точность размера, низкую шероховатость (высокая чистота) поверхности.

6.2. Вопросы для изучения:

1. Основные виды технологических операций обработки металлов резанием: точение, сверление, фрезерование, строгание, протягивание, шлифование. Виды и формы обрабатываемых поверхностей.

2. Техническое обеспечение: оборудование (станки, их характерные разновидности); инструменты (материалы для их изготовления); оснастка (дополнительные приспособления для обеспечения эффективности операции).

6.3. Глоссарий

Точение – токарная операция предназначена для обработки тел вращения.

Операция сверления – предназначена для получения глухих отверстий, сквозных отверстий, нарезания наружной и внутренней резьбы.

Операция фрезерования – предназначена для получения фасонных поверхностей, плоскостей, получения многогранников, пазов, шлицев, нарезания зубчатых колес.

Строгание – обработка плоскостей значительной длины и площади, получение пазов, продольных каналов.

Протягивание - специальная высокоэффективная технологическая операция механической обработки на протяжных станках многорядным, многолезвийным инструментом.

Шлифование – финишная операция отделочно-доводочная, обеспечивая необходимую точность размера, низкую шероховатость (высокая чистота) поверхности.

6.4. Рекомендуемые информационные ресурсы:

1. Системы технологий: учебник / Под ред. проф. В.В.Трофимова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2012. –521 с. (ЭБС «КнигаФонд»).
2. Ткачев А.Г., Шубин И.Н., Попов А.И. Промышленные технологии и инновации. Оборудование для наноиндустрии и технология его изготовления: Учебное пособие. - Тамбов: Издательство ТГТУ, 2012. - 132 с. (ЭБС «КнигаФонд»).
3. Орехов В.Н. Учебное пособие: Системы технологий (рекомендации для выполнения технологической части дипломных работ и проектов) ИД«ИНЖЭК» 2011. – 256 с. (ЭБС «КнигаФонд»).
4. Электронный учебник о современных технологиях (<http://ftpsite.ru/>).
5. Современные системы технологии (<http://stels300.ru>)
6. Промышленные технологии и инновации (<http://edu.tusur.ru>).
7. Технологии Инновации Производство (<http://promvesti-vrn.ru>).
8. Системы технологий (<http://twirpx.com>).

Современные технологии сборки изделий машиностроения

Аннотация. Данная тема раскрывает основные вопросы современных технологических процессов сборки машин.

Ключевые слова. Номинальный размер детали, действительный размер детали, предельные размеры детали, технологические процессы сборки машин.

Методические рекомендации по изучению темы

- Тема содержит лекционную часть, где даются общие представления по теме, которую необходимо изучить, и ответить на вопросы.

7.1. Точность в машиностроении

Даже современными методами изготовления деталей обеспечить абсолютно точные их размеры нельзя.

Поэтому взаимозаменяемость однотипных деталей достигается установлением допустимых отклонений (допусков) размеров деталей от номинальных.

Номинальный размер детали d_n – основной размер, определенный исходя из функционального назначения детали и указываемый на ее чертеже.

Действительный размер детали получают в результате измерения, проведенного с допустимой погрешностью.

Предельные размеры детали – это два предельных значения размера, между которыми должен находиться действительный размер годной детали. Различают наибольший ($d_{нб}$) и наименьший ($d_{нм}$) предельные размеры детали. Разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами называется допуском размера ($T = d_{нб} - d_{нм}$).

Точность задается в виде полей отклонения:

$\varnothing 27 \pm 0,05$. Это означает, что допускаются размеры детали $d_{нб} = 27,05$ и $d_{нм} = 26,95$

Следовательно, допуск размера определяет степень точности, с которой должна быть обработана деталь. Сравнение действительного размера с предельным дает возможность судить о годности детали.

7.2. Современные технологические процессы сборки машин

Сборка — завершающая стадия производства машины. Надежность и долговечность машины в значительной степени зависят от качества сборки.

Сборка – образование соединений составных частей изделия.

Различают следующие виды соединений: 1) неподвижные разъемные (например, резьбовые); 2) неподвижные неразъемные (сварка, пайка, склеивание...); 3) подвижные разъемные; 4) подвижные неразъемные.

Вопросы, связанные с достижением требуемой точности сборки, решаются с использованием **теории размерных цепей** собираемого изделия.

Существует 2 метода сборки:

- полной взаимозаменяемости (ПВЗ);
- неполной взаимозаменяемости (НПВЗ).

Метод ПВЗ. Сборку с применением метода ПВЗ применяют при условии, что любая деталь, включаемая в качестве звена в размерную цепь, обеспечивает заданную точность замыкающего звена без какой-либо подгонки или подбора.

Метод ПВЗ широко применяется в массовом и крупносерийном производствах, которым присуща высокая технологическая культура и где окупаются затраты на новейшее оборудование и специальную оснастку, повышающую точность обработки.

Сборка методом неполной (частичной) взаимозаменяемости (НПВЗ) заключается в том, что допуски на размеры деталей, составляющие размерную цепь, преднамеренно расширяют для удешевления производства. В основе метода лежит положение теории вероятностей, согласно которому крайние значения погрешностей составляющих звеньев размерной цепи встречаются значительно реже, чем некоторые средние значения.

Сборка методом НПВЗ целесообразна в серийном и массовом производствах для многозвенных цепей.

Способы сборки методом НПВЗ:

1. Сборка методом групповой взаимозаменяемости
2. Сборка способом регулирования
3. Сборка способом подгонки

Сборка методом групповой взаимозаменяемости заключается в том, что детали изготавливают с расширенными полями допусков, а перед сборкой сопрягаемые детали сортируют на размерные группы.

При сборке соединяют между собой детали одной размерной группы, причем точность деталей каждой группы соответствует конструктивным допускам.

Детали сортируют на размерные группы с помощью калибров, а в массовом производстве — с помощью сортировочных автоматов. Сборку деталей каждой группы ведут по методу ПВЗ.

Сборка методом регулировки заключается в том, что сопрягаемый узел имеет регулировочное устройство - компенсатор (винты, втулки, кольца...), с помощью которого достигается необходимая точность замыкающего звена.

Сборка методом подгонки заключается в достижении заданной точности сопряжения путем снятия с одной из сопрягаемых деталей необходимого слоя материала опилкой, шабрением, притиркой или любым другим способом. При изготовлении детали заранее оставляют припуск Z на пригоночные работы. Сборка методом подгонки трудоемка и целесообразна в единичном и мелкосерийном производстве.

7.3. Вопросы для изучения:

1. Техничко-экономическое обоснование технологического процесса сборки машин.
2. Обоснование экономического эффекта техпроцесса сборки машин по принципу полной взаимозаменяемости.
3. Обоснование экономического эффекта техпроцесса сборки машин по принципу неполной взаимозаменяемости.
4. Обоснование экономического эффекта техпроцесса сборки машин по принципу групповой взаимозаменяемости.
5. Обоснование экономического эффекта техпроцесса сборки машин способом подгонки.
6. Обоснование экономического эффекта техпроцесса сборки машин способом регулирования.

7.4. Глоссарий

Номинальный размер детали d_n – основной размер, определенный исходя из функционального назначения детали и указываемый на ее чертеже.

Предельные размеры детали – это два предельных значения размера, между которыми должен находиться действительный размер годной детали.

Сборка — завершающая стадия производства машины.

Действительный размер детали - получают в результате измерения, проведенного с допускаемой погрешностью.

7.5. Рекомендуемые информационные ресурсы:

1. Системы технологий: учебник / Под ред. проф. В.В.Трофимова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2012. –521 с. (ЭБС «КнигаФонд»).
2. Ткачев А.Г., Шубин И.Н., Попов А.И. Промышленные технологии и инновации. Оборудование для nanoиндустрии и технология его изготовления: Учебное пособие. - Тамбов: Издательство ТГТУ, 2012. - 132 с. (ЭБС «КнигаФонд»).
3. Орехов В.Н. Учебное пособие: Системы технологий (рекомендации для выполнения технологической части дипломных работ и проектов) ИД«ИНЖЭК» 2011. – 256 с. (ЭБС «КнигаФонд»).
4. Электронный учебник о современных технологиях (<http://ftpsite.ru/>).
5. Современные системы технологии (<http://stels300.ru>)
6. Промышленные технологии и инновации (<http://edu.tusur.ru>).
7. Технологии Инновации Производство (<http://promvesti-vrn.ru>).
8. Системы технологий (<http://twirpx.com>).

7.6. Список сокращений

ПВЗ - полной взаимозаменяемости

НПВЗ - неполной взаимозаменяемости

Инновационное развитие нефтегазохимического комплекса

Аннотация. Данная тема раскрывает основные вопросы инновационного развития нефтегазохимического комплекса.

Ключевые слова. Нефтегазохимическая промышленность, научно-исследовательская работа, опытно-конструкторская работа, научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки, опытно – технологическая работа.

Методические рекомендации по изучению темы

- Тема содержит лекционную часть, где даются общие представления по теме, которую необходимо изучить, и ответить на вопросы.

8.1. Задачи научного и технологического развития химического комплекса России

Россия занимает 18 место в мировой нефтегазохимической промышленности.

Цель - войти в пятерку лидеров, для этого необходимы перспективные проекты, новые технологии.

Перед нефтехимической отраслью России масштабные технологические задачи. Отрасль во многом зависит от зарубежных технологий, так как существующий уровень научной поддержки не позволяет решать актуальные задачи компаний. Решение задач требует координации усилий игроков рынка и государства, так как является экономически неэффективным в рамках одной компании.

Проблематика научной поддержки нефтегазохимической области:

• Низкая эффективность взаимодействия и координации действий всех участников отрасли:

1. Отсутствие единых приоритетов и механизма координации компаний отрасли, научных и образовательных организаций в области НИОКР.

2. Отсутствие механизма учета приоритетных направлений отрасли в базовом государственном и конкурсном государственном и частно-государственном финансировании.

3. Отсутствие в нефтегазохимической отрасли источника исчерпывающей информации о существующих научно-исследовательских мощностях, исследуемых тематиках, перспективных разработках и кадровом составе, а также о существующих механизмах и источниках финансирования.

4. Несоответствие темпов развития и структуры отраслевых исследований потребностям обеспечения национальной безопасности и спросу со стороны предпринимательского сектора.

5. Низкая степень интереса отраслевых производителей к научному потенциалу.

•Недостаточное стимулирование НИОКР, в т.ч. НИОКР компаний:

1. Отсутствие эффективных механизмов стимулирования бизнеса в финансировании НИОКР (сложность отнесения затрат на НИОКР на себестоимость, неэффективный учет затрат на НИОКР для холдинговых компаний).

2. Недостаточное число совместных с государством и компаниями программ финансирования, сложность процедур.

3. Соответствие бюджета РАН бюджету небольшого американского университета.

4. Неоптимальная возрастная структура исследователей (в основном, их возраст от 40 до 59 лет).

•Низкая эффективность реализации результатов НИР в бизнесе:

1. Отсутствие в компаниях и НИО мощностей испытательского комплекса, необходимых для проведения масштабирования разработок.

2. Нехватка эффективных механизмов сотрудничества между различными НИО и компаниями.

3. Зависимость российской промышленности от импортных технологий.

4. Слабое развитие российского рынка интеллектуальной собственности.

5. Разработку и внедрение технологических инноваций осуществляют:

а. в Германии 69,7%,;

б. в Ирландии – 56,7%,;

в. в Бельгии – 59,6%,;

г. в Чехии – 36,6% от общего числа компаний.

6. Доля расходов на НИОКР – 3,7% выручки (напр. BASF – 1,7 млрд. руб.).

7. Разработку и внедрение технологических инноваций осуществляют 20-25% от общего числа российских промышленных химических компаний.

8. Среди российских химических комплексов уровень расходов на НИОКР составлял 0,28% от валовой выручки.

9. Компании используют иностранные научные разработки, и готовые решения «строительства под ключ» для модернизации своего производства.

Основные меры поддержки нефтегазохимической отрасли со стороны государства:

1. Определение приоритетных направлений НИОКР в нефтегазохимической отрасли с учетом потребностей организаций нефтегазохимического комплекса в рамках Технологической платформы «Глубокая переработка углеводородных ресурсов» и разработка предложений по включению таких НИОКР в программы финансирования.

2. Разработка предложений по созданию условий для эффективного проведения НИОКР в нефтегазохимической отрасли в рамках приоритетов.

3. Разработка предложений по созданию условий и стимулов для повышения эффективности коммерциализации научных разработок в нефтегазохимической отрасли.

Задачи научного и технологического развития химического комплекса России:

•Добыча:

1. Обеспечение максимально эффективного использования попутного газа: разработка катализаторов и процессов квалифицированной переработки.

2. Разработка технологий экономически эффективного использования нетрадиционных запасов углеводородов (сверхвязкой и сланцевой нефти, газогидратов и т.д.).

3. Обеспечение максимально допустимых коэффициентов извлечения углеводородов на новых месторождениях, разработка системных мер по увеличению нефтегазоотдачи на разрабатываемых месторождениях.

•Первичная переработка:

1. Процессы мягкого гидрокрекинга и каталитического крекинга для углубления переработки нефти с 70% до 85-95%.

2. Внедрение новых технологий переработки тяжелых нефтяных остатков нефтегазохимии.

3. Разработка процессов гидроочистки дизельного топлива и каталитической депарафинизации для производства экологически чистых моторных топлив.

4. Вовлечение в переработку новых видов сырья, в т. ч. инновационные решения в области продуктов на основе возобновляемых источников.

•Последующие переделы:

1. Разработка технологий «Газ - в жидкость» (GTL) и «Метанол – в олефины» (MTO).

2. Внедрение энергосберегающих технологий и повышение мощностей установок пиролиза.

3. Разработка катализаторов для процессов нефтегазохимии и базовых крупнотоннажных процессов.

4. Развитие биоразлагаемых полимеров, получение циклоолефиновых полимеров на металлоценовых катализаторах.

5. Разработка процессов гидроформилирования с использованием металлокомплексных катализаторов.

6. Разработка малотоннажных процессов и оборудования для производства синтетических жидких продуктов.

7. Разработка и внедрение новых технологий очистки воздуха (или отходящих газов), промышленных стоков от примесей.

8. Развитие термоэластопластов: создание химически модифицированных ТЭП, имеющих улучшенные характеристики по сравнению с базовыми.

9. Создание принципиально новых технологий получения полимерных материалов и изделий из них, в том числе методом фронтальной полимеризации.

ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технического комплекса России на 2007-2013 годы»

В рамках ФЦП реализуются проекты по 5 приоритетным направлениям, утвержденным Президентом РФ: «Наноиндустрия и перспективные материалы», «Живые системы», «Рациональное природопользование», «Информационно-телекоммуникационные системы», «Энергетика и энергосбережение». Химическая тематика - в большинстве направлений.

Задача: создания центра по коммерциализации разработок НИИ.

Центры коммерциализации научных разработок набирают популярность во многих странах.

Основные задачи:

1. Отслеживать научные разработки и определять возможность их патентования и практического применения.
2. Патентовать и обеспечивать соблюдение прав собственности.
3. Обеспечивать продвижение на рынок запатентованных разработок.
4. Следить за тенденциями в отрасли и привлекать инвестиции частного сектора в будущие исследования.
5. Ориентировать ученых на перспективные прикладные направления.

8.2. Нефтепереработка Татарстана: направления сотрудничества с наукой

ОАО «ТАНЕКО»:

1. Переработка тяжелой высокосернистой нефти и природных битумов.
2. Разработка нового поколения высокоэффективных отечественных катализаторов для основных технологических процессов.

ОАО «ТАИФ - НК»:

1. Разработка отечественных ингибиторов полимеризации коксообразования, коррозии.
2. Разработка реагентов для повышения цетанового числа дизельного топлива.
3. Разработка компонента улучшающих эластические свойства битумов.

8.3. Вопросы для изучения:

1. Соотношение экспорт/импорт продукции нефтегазохимического комплекса (НГХК) РФ.
2. Ключевые проекты «Плана развития нефтегазохимии России».
3. Сравнение отечественных технологий НГХК с импортными, основные меры поддержки со стороны государства.
4. Технологические платформы НГХК.
5. Существующие механизмы финансирования различных стадий процесса разработки.
6. Повышение эффективности грантового и программно-целевого финансирования.
7. Увеличение притока финансирования частным сектором.

8. Основные факторы развития нефте- и газохимии России.

8.4. Глоссарий

НИО - включают бюджетные, образовательные и научные организации.

8.5. Рекомендуемые информационные ресурсы:

1. Системы технологий: учебник / Под ред. проф. В.В.Трофимова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2012. –521 с. (ЭБС «КнигаФонд»).
2. Ткачев А.Г., Шубин И.Н., Попов А.И. Промышленные технологии и инновации. Оборудование для nanoиндустрии и технология его изготовления: Учебное пособие. - Тамбов: Издательство ТГТУ, 2012. - 132 с. (ЭБС «КнигаФонд»).
3. Орехов В.Н. Учебное пособие: Системы технологий (рекомендации для выполнения технологической части дипломных работ и проектов) ИД«ИНЖЭК» 2011. – 256 с. (ЭБС «КнигаФонд»).
4. Электронный учебник о современных технологиях (<http://ftpsite.ru/>).
5. Современные системы технологии (<http://stels300.ru>)
6. Промышленные технологии и инновации (<http://edu.tusur.ru>).
7. Технологии Инновации Производство (<http://promvesti-vrn.ru>).
8. Системы технологий (<http://twirpx.com>).

8.6. Список сокращений

НГХК - нефтегазохимический комплекс

НИР – научно-исследовательская работа

НИИ – научно- исследовательские институты

НИОКР - научно- исследовательские и опытно-конструкторские разработки

НИО – научно – исследовательские организации

ТЭП - термоэластопласты

Биотехнология

Аннотация. В данной теме описываются основные направления развития биотехнологии.

Ключевые слова. Биомасса, биометаногенез, биогаз.

Методические рекомендации по изучению темы

- Тема содержит лекционную часть, где даются общие представления по теме, которую необходимо изучить, и ответить на вопросы.

9.1. Основные направления развития биотехнологии

Условно можно выделить следующие основные направления биотехнологии: биотехнология пищевых продуктов, препаратов для сельского хозяйства, препаратов и продуктов для промышленного и бытового использования, лекарственных препаратов, средств диагностики и реактивов, биотехнология также включает выщелачивание и концентрирование металлов, защиту окружающей среды от загрязнения, деградацию токсических отходов и увеличение добычи нефти. Растительный покров Земли составляет более 1800 млрд. т сухого вещества, что энергетически эквивалентно известным запасам энергии полезных ископаемых. Леса составляют около 68% биомассы суши, травяные экосистемы - примерно 16%, а возделываемые земли - только 8%.

Для сухого вещества простейший способ превращения биомассы в энергию заключается в сгорании - оно обеспечивает тепло, которое в свою очередь превращается в механическую или электрическую энергию. Что же касается сырого вещества, то в этом случае древнейшим и наиболее эффективным методом превращения биомассы в энергию является получение биогаза (метана).

Метановое «брожение», или биометаногенез, - давно известный процесс превращения биомассы в энергию. Он был открыт в 1776 г. Вольтой, который установил наличие метана в болотном газе. Биогаз, получающийся в ходе этого процесса, представляет собой смесь из 65% метана, 30% углекислого газа, 1% сероводорода (H_2S) и незначительных количеств азота, кислорода, водорода и закиси углерода. Болотный газ дает пламя синего цвета и не имеет запаха. Его бездымное горение

причиняет гораздо меньше неудобств людям по сравнению со сгоранием дров, навоза жвачных животных или кухонных отходов. Энергия, заключенная в 28 м³ биогаза, эквивалентна энергии 16,8 м³ природного газа, 20,8 л нефти или 18,4 л дизельного топлива.

Отходы пищевой промышленности и сельскохозяйственного производства характеризуются высоким содержанием углерода (в случае перегонки свеклы на 1 л отходов приходится до 50 г углерода), поэтому они лучше всего подходят для метанового «брожения», тем более, что некоторые из них получаются при температуре, наиболее благоприятной для этого процесса.

Производство биогаза путем метанового «брожения» отходов — одно из возможных решений энергетической проблемы в большинстве сельских районов развивающихся стран. И хотя при использовании коровьего навоза только четверть органического материала превращается в биогаз, последний выделяет тепла на 20% больше, чем его можно получить при полном сгорании навоза.

Производство биогаза имеет следующие достоинства: это источник энергии, доступный на семейном и общинном уровне; отходы процесса служат высококачественными удобрениями и в довершение сам процесс способствует поддержанию чистоты окружающей среды.

Биотехнология в состоянии внести крупный вклад в решение проблем энергетики посредством производства достаточно дешевого биосинтетического этанола, который кроме того является и важным сырьем для микробиологической промышленности при получении пищевых и кормовых белков, а также белково-липидных кормовых препаратов.

Источником углеводов также могут служить водоросли. У широко распространенной зеленой водоросли *Botryococcus braunii* (обитающей в пресной и солоноватой воде умеренных и тропических зон) углеводороды в зависимости от условий роста и разновидностей могут составлять до 75% сухой массы. Они накапливаются внутри клеток, и водоросли, в которых их много, плавают на поверхности. После сбора водорослей эти углеводороды легко отделить экстракцией каким-нибудь растворителем или методом деструктивной отгонки. Таким путем может быть получено вещество, аналогичное дизельному топливу и керосину.

9.2. Вопросы для изучения:

1. Направления биотехнологии.

2. Национальная программа «Развитие биотехнологии в Российской Федерации на 2006 – 2015 гг.».

9.3. Глоссарий

биометаногенез - давно известный процесс превращения биомассы в энергию.

Биогаз, представляет собой смесь из 65% метана, 30% углекислого газа, 1% сероводорода (H₂S) и незначительных количеств азота, кислорода, водорода и закиси углерода.

9.4. Рекомендуемые информационные ресурсы:

1. Системы технологий: учебник / Под ред. проф. В.В.Трофимова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2012. –521 с. (ЭБС «КнигаФонд»).
2. Ткачев А.Г., Шубин И.Н., Попов А.И. Промышленные технологии и инновации. Оборудование для nanoиндустрии и технология его изготовления: Учебное пособие. - Тамбов: Издательство ТГТУ, 2012. - 132 с. (ЭБС «КнигаФонд»).
3. Орехов В.Н. Учебное пособие: Системы технологий (рекомендации для выполнения технологической части дипломных работ и проектов) ИД«ИНЖЭК» 2011. – 256 с. (ЭБС «КнигаФонд»).
4. Электронный учебник о современных технологиях (<http://ftpsite.ru/>).
5. Современные системы технологии (<http://stels300.ru>)
6. Промышленные технологии и инновации (<http://edu.tusur.ru>).
7. Технологии Инновации Производство (<http://promvesti-vrn.ru>).
8. Системы технологий (<http://twirpx.com>).