

Федеральное агентство по образованию

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ И ПИЩЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**



Кафедра деталей машин

тирования

и основ инженерного проек-

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ НОВОЙ ТЕХНИКИ

Методические указания
по курсу «Основы расчета технологического
оборудования предприятий отрасли»
для студентов специальности 080502 (060800)
и направления 080500 (521500)

Санкт-Петербург
2008

УДК 621.81

Молодова Ю.И. Пути повышения экономической эффективности новой техники: Метод. указания по курсу «Основы расчета технологического оборудования предприятий отрасли» для студентов спец. 080502 (060800) и направления 080500 (521500). – СПб.: СПбГУНиПТ, 2008. – 17 с.

Дана трактовка терминов, с которыми сталкиваются слушатели курса «Основы расчета технологического оборудования предприятий отрасли». Рассмотрены основные критерии работоспособности машин, их оценка и влияние на эксплуатационные характеристики и себестоимость изделий машиностроения.

Рецензент

Канд. техн. наук, доц. С.И. Беляев

Рекомендованы к изданию редакционно-издательским советом университета

© Санкт-Петербургский государственный
университет низкотемпературных
и пищевых технологий, 2008

ВВЕДЕНИЕ

Машиностроение является технической базой для всех отраслей промышленности, транспорта и сельского хозяйства.

Современный инженер-конструктор, технолог, исследователь должны в совершенстве владеть методами расчета и конструирования новых приборов, быстроходных высокопроизводительных машин, машин-автоматов, автоматических линий, удовлетворяющих высоким требованиям надежности и точности воспроизведения перемещений рабочего органа.

При создании сложных машин и особенно автоматических линий необходимо прежде всего разработать рациональный технологический процесс, в соответствии с которым конструктору и технологю надлежит проектировать отдельные исполнительные механизмы, механизмы управления, специальные устройства для контроля точности и отбраковки изделий и др.

В зависимости от назначения и выполняемых функций машины можно разделить на следующие классы:

Машины-двигатели, преобразовывающие какой-либо вид энергии в другой. Например, паровые машины, двигатели внутреннего сгорания, электродвигатели и др.

Машины-орудия (технологические), служащие для преобразования формы тел: например, станки для обработки металлов и неметаллов, станки для переработки сырья в пищевой, текстильной, обувной и других отраслях промышленности; транспортирующие: конвейеры, транспортеры, элеваторы, подъемные краны, шнеки и др.; контрольно-управляющие машины, предназначенные для контроля, управления и регулирования технологических процессов.

Технический и экономический уровень проектируемых машин зависит от направлений развития машиностроения.

Основные направления в развитии машиностроения

Увеличение мощности машины (агрегата). Расходы на изготовление одной машины, постройку помещений для нее и оборудование для ее эксплуатации будут ниже, чем те же расходы для создания нескольких машин, имеющих такую же суммарную мощность или производительность.

Повышение скорости вращения валов машин. Диаметр вала машины уменьшается с увеличением частоты его вращения. Соответственно будут меньше опоры для вала и другие детали, сократится расход металла.

Повышение коэффициента полезного действия. Чем выше КПД (меньше потери), тем экономичнее машина.

Применение стандартизированных и взаимозаменяемых деталей и узлов. Стандартизация устанавливает и рекомендует к обязательному применению правила, нормы, параметры, технические и качественные характеристики проектируемых и выпускаемых изделий. Взаимозаменяемость – свойство деталей, которое позволяет устанавливать их в процессе сборки или заменять их без предварительной подгонки при сохранении всех требований, предъявляемых к работе изделия в целом. Процесс производства в этом случае упрощается и удешевляется.

Применение унифицированных и стандартизированных агрегатов и элементов машин способствует росту производительности труда и качеству их проектирования. Большая эффективность достигается в результате применения деталей, сборочных единиц и изделий, изготовляемых на специализированных заводах.

Фактическую экономическую эффективность стандартизации рассчитывают для определения действительного экономического эффекта от стандартизации. Расчет выполняют в соответствии с ГОСТ 20779–81 и 20780–81.

Пример. По новому стандарту будет изготовлено 15000 машин со сроком службы 10 лет. Средние приведенные затраты на эксплуатацию стандартной машины на 1000 руб. меньше, чем затраты на машину, которую она заменяет ($\Delta\Pi_э = 1000$). Средние приведенные затраты на изготовление стандартной машины вследствие роста капитальных вложений и текущих затрат на 4000 руб. больше ($\Delta\Pi_и = 4000$). Расчет ведем для года, в течение которого эксплуати-

руется половина машин, т. е. $15000 \cdot 0,5 = 7500$, а годовой выпуск $V = 15000/10 = 1500$ машин. Тогда экономический эффект стандартизации определим по формуле

$$\mathcal{E} = (0,5T \Delta\Pi_3 - \Delta\Pi_{и}) V,$$

где T – срок службы изделия; $\Delta\Pi_3$ – снижение годовых приведенных затрат на эксплуатацию изделия; $\Delta\Pi_{и}$ – увеличение приведенных затрат на изготовление одного изделия; V – годовой выпуск изделий.

$$\mathcal{E} = (0,5 \cdot 10 \cdot 1000 - 4000) \cdot 1500 = 1\,500\,000 \text{ руб.}$$

Механизация и автоматизация технологических процессов, контроля и управления приводит к снижению трудоемкости. Трудоемкость – показатель, характеризующий затраты рабочего времени на производство определенной потребительной стоимости или на выполнение конкретной технологической операции; показатель трудоемкости является обратным показателю производительности труда, определяет эффективность использования одного из главных производственных ресурсов – рабочей силы. На величину трудоемкости влияет ряд факторов: технический уровень производства (фондовооруженность и энерговооруженность труда, технология), квалификация работников, организация и условия труда, сложность изготавливаемой продукции и др.

Фондовооруженность труда в экономике – показатель, характеризующий уровень оснащенности работников, занятых в отраслях материального производства.

Энерговооруженность труда – показатель, характеризующий связь затрат живого труда с производственным потреблением механической и электрической энергии, заменяющей применение физической силы человека.

Снижение материалоемкости. Материалоемкость – один из основных показателей экономической эффективности производства. Характеризует удельный (приходящийся на единицу продукции) расход материальных ресурсов (основных и вспомогательных материалов, топлива, энергии, амортизации основных фондов) на изготовление продукции. Основные пути сокращения материалоемкости – применение наиболее экономичных сортов, размеров и марок материалов, их предварительная обработка, уменьшение отходов в про-

цессе производства (точные методы литья и штамповки), установление оптимальных запасов прочности при конструировании изделий и т. д.

ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ДЕТАЛЯМ МАШИН

1. *Работоспособность* – состояние, при котором изделие выполняет функции в соответствии со своим назначением.

Корпусные детали (станины, плиты, корпуса механических передач и др.) воспринимают значительные усилия от рабочих органов машин, нагрузок в зацеплении и т. д. Наряду с этим они должны обеспечить правильное взаимное расположение установленных в них деталей и узлов, например, различного рода передач. К тому же при выборе материалов для этих деталей учитывают необходимость обеспечения объемной прочности и жесткости при наиболее рациональном способе получения тех сложных форм, которые характерны для большинства корпусных деталей.

Коррозионностойкие материалы – металлические и неметаллические материалы, способные противостоять разрушительному действию агрессивных сред; применяются для изготовления аппаратов, трубопроводов, арматуры и других изделий, предназначенных для эксплуатации в условиях воздействия кислот, щелочей, солей, агрессивных газов и иных агентов.

Под стойкостью материала понимают его способность сопротивляться коррозии в конкретной среде или в группе сред. Материал, стойкий в одной среде, может интенсивно разрушаться в другой. Способность материалов сопротивляться окислению при высоких температурах в газообразных средах (воздух, O_2 , CO_2 и т. д.) называется жаростойкостью. К жаростойким материалам относятся сплавы железа с хромом (нержавеющие стали), сплавы титана, циркония, молибдена, тантала. Основной метод повышения жаростойкости сплавов на основе железа – легирование их элементами, способными создать на поверхности металла защитную окисную пленку, препятствующую дальнейшему окислению. Такими элементами, кроме хрома, являются кремний, алюминий. Когда наряду с жаростойкостью тре-

буется высокая прочность, применяют сплавы на никелевой основе, например, сплавы нимоников, инконелей.

Стойки к окислению в газообразных и многих жидких средах благородные металлы – платина, золото. В кислых окислительных средах, например в азотной кислоте, коррозионностойки хромоникелевые и хромистые нержавеющие стали. Наиболее широко применяется хромоникелевая аустенитная нержавеющая сталь 1X18H10T, содержащая 0,1 % С, 18–20 % Cr, 9–11 % Ni и 0,35–0,8 % Ti.

Титан или заменяющий его ниобий вводятся для устранения специфического вида разрушения – межкристаллитной коррозии. При указанном содержании никеля сталь имеет аустенитную структуру, обеспечивающую высокую пластичность и способность к технологическим обработкам, в частности к сварке. Однако никель – дорогой и дефицитный легирующий элемент. Поэтому в ряде аустенитных нержавеющих сталей он частично или полностью заменен на марганец. Нержавеющая сталь, содержащая лишь хром, труднее поддается технологической обработке, но более прочна. Для изделий, в которых требуется сочетание высокой коррозионной стойкости и прочности, применяют хромистые стали мартенситного класса, содержащие 0,2–0,4 % С и 12–14 % Cr. Стали с 25 %-м содержанием Cr обладают высокой стойкостью, но непрочны и плохо поддаются технологической обработке.

2. Надежность – способность, сохраняя свои эксплуатационные показатели, выполнять заданные функции в течение заданного срока службы.

Повышение надежности снижает затраты на запасные детали и простои, при этом повышается производительность труда, наращивается выпуск продукции, сокращаются затраты на ремонт. С повышением надежности и долговечности может быть снижен выпуск машин или увеличена полезная отдача оборудования. Надежность изделий зависит от:

а) выбора материалов, способов их обработки и упрочнения. Материалы многих кинематических пар должны обладать хорошей прирабатываемостью, обеспечивающей минимальный риск отказов из-за патологических видов изнашивания;

б) предусмотренных при проектировании мер, снижающих или предупреждающих отрицательные последствия недостаточно ква-

лифицированного обслуживания. С этой целью стремятся к устранению или сведению к минимуму таких операций, как регулировка узлов, подтяжка, периодическая индивидуальная смазка кинематических пар и т. д.;

в) своевременного обнаружения неисправностей. Например, в редукторах предусматривают смотровые окна, позволяющие своевременно обнаружить повреждения активных поверхностей зубьев.

К числу эффективных способов повышения надежности можно отнести: подбор смазок, исключение контакта поверхностей (за счет обеспечения жидкостного трения, использования бесконтактных уплотнений), замена сил трения электроиндукционными силами.

3. Технологичность. Технологичность конструкции изделия – совокупность свойств его конструкции, которые обеспечивают изготовление, ремонт и техническое обслуживание по наиболее эффективной технологии в сравнении с однотипными конструкциями того же назначения при одинаковых условиях их изготовления и эксплуатации и при одних и тех же показателях качества. Применение эффективной технологии предполагает оптимальные затраты труда, материалов, средств, времени при технологической подготовке производства, в процессе изготовления, эксплуатации и ремонта, включая подготовку изделия к функционированию, контроль его работоспособности, профилактическое обслуживание. Условия изготовления (ремонта), которые определяются типом производства (единичное, серийное и т. д.), его организацией, специализацией, программой и повторяемостью выпуска, направлены на снижение трудоемкости изготовления (ремонта) изделия и его себестоимости.

При серийном и массовом производстве наиболее экономичным является формообразование деталей (частичное или окончательное) методом литья или пластического деформирования (обработкой давлением). При этом ускоряется процесс производства, уменьшается расход материала и снижаются затраты на электроэнергию и инструмент.

Методом литья изготавливается около 40 % (по массе) всех деталей машин. Этот метод позволяет получать детали практически неограниченной сложности.

Основными видами обработки металлов давлением (ОМД) являются свободная ковка и штамповка, прокатка и волочение. Для

многих изделий обработка давлением является окончательной операцией (болты, винты с накатной резьбой, листовые штамповки и т. д.). Применяется ОМД в качестве отделочной операции после обработки резанием для уменьшения шероховатости и получения точных размеров.

Для оценки определенных конструкций пользуются базовыми показателями технологичности изделия, которая обладает общими конструктивными признаками.

4. *Экономичность* – минимально необходимые затраты на изготовление и эксплуатацию. Затраты на материалы составляют существенную часть стоимости машин.

Дешевизна и недефицитность материалов являются основными требованиями во всех случаях проектирования машин. Особое внимание уделяется при проектировании и производстве крупносерийных и массовых деталей и машин. Например, замена бронзовых вкладышей подшипников текстолитовыми. Они оказались более стойкими в 6–10 раз по сравнению с бронзовыми при смазке водой, а не маслом. Экономия бронзы по одному заводу составила около 90 т в год. Червячные колеса при низких скоростях скольжения изготавливают из чугуна, при скорости от 2 до 8 м/с – из недорогих безоловянистых бронз, при больших скоростях – из оловянистых бронз, имеющих малое трение и не склонных к заеданию.

Антифрикционные материалы – материалы, применяемые для деталей машин (подшипники, втулки и др.), работающих при трении скольжения и обладающих в определенных условиях низким коэффициентом трения.

Наиболее распространены антифрикционные подшипниковые материалы (ПМ), применяемые для подшипников скольжения. Кроме антифрикционных свойств они должны обладать необходимой прочностью, сопротивлением коррозии в среде смазки, технологичностью и экономичностью. Вследствие различия требований к материалу подшипника, образующему поверхность трения (антифрикционность), и к остальной части подшипника (достаточная прочность) получили распространение ПМ и подшипники, у которых основа состоит из прочного конструкционного материала (например, стали), а поверхность трения – из слоя антифрикционного материала (например, баббита).

5. *Эргономичность*. Эргономика изучает проблемы целесообразного распределения функций между человеком и машиной, критерии оптимизации систем с учетом возможностей и особенностей работающего человека (группы людей) и т. д. Ряд эргономических проблем связан с задачами производства технически сложных товаров широкого потребления, а также с проектированием рабочих мест и условий трудовой деятельности для лиц с пониженной трудоспособностью. Эргономика не только изучает, но и проектирует целесообразные варианты конкретных видов человеческой деятельности, связанных с использованием новой техники.

Красота формы и отделки (товарный вид) имеют большое значение для сбыта и удобства эксплуатации многих изделий (мотоциклы, автомобили, велосипеды, бытовая техника, станки и др.). Во многих случаях форма детали определяется требованиями эстетики при обязательном соблюдении всех технических требований.

Критерии работоспособности

1. *Прочность* – свойство детали сопротивляться разрушению (разделению на части), а также необратимому изменению формы (пластической деформации) под действием внешних нагрузок. В узком смысле – сопротивление разрушению.

В зависимости от материала, вида напряженного состояния (растяжение, сжатие, изгиб и др.) и условий эксплуатации (температура, время действия нагрузки и др.) в технике приняты различные критерии прочности (предел текучести, временное сопротивление, предел усталости и др.). Разрушение твердого тела – сложный процесс, зависящий от перечисленных и многих других факторов, поэтому технические меры прочности – условные величины и не могут считаться исчерпывающими характеристиками.

2. *Жесткость* – способность детали или конструкции сопротивляться образованию деформации. Жесткость деталей машин определяется собственной жесткостью деталей и контактной жесткостью.

3. *Износостойкость* – сопротивление детали изнашиванию. Износостойкость деталей оценивается при испытаниях на стенде или в эксплуатационных условиях (по длительности работы подвергае-

мых испытаниям материалов или изделий до заранее заданного или предельного значения износа). Износостойкость материалов определяется как их условная техническая характеристика при испытании на специальных лабораторных машинах, моделирующих реальные процессы изнашивания.

4. *Виброустойчивость* – способность детали противостоять вибрации.

5. *Тепло- и хладостойкость* – способность детали работать в условиях высоких или низких температур.

Неисправности кинематических пар вызывают изменения их температуры и виброактивности. По отклонениям этих показателей судят о состоянии сопряженных поверхностей, не прибегая к разборке машины, и принимают меры для своевременного устранения неисправностей.

Экономическая эффективность новой техники

Экономическая эффективность новой техники – показатель, характеризующий экономическую целесообразность производства новой техники и ее применения в народном хозяйстве.

Выделяют принципиально новую технику, внедрение которой находится в начальной стадии (например, реакторы на быстрых нейтронах, лазеры, криогенные линии электропередачи, транспорт на воздушной подушке), и новую технику, недостаточно внедренную (например, ПК, автоматические линии с числовым программным управлением и др.). Принципиально новая техника требует больших капиталовложений на «доводку», переход к массовому производству, продвижение в новые сферы применения и т. д., но в будущем от нее можно ожидать значительного эффекта. Новая техника требует меньших инвестиций на «доводку» и усовершенствование, а затраты на производство зависят от масштабов возможного внедрения; эффект от внедрения новой техники может быть реализован быстрее в зависимости от его масштабов.

Различают плановую и фактическую экономическую эффективность новой техники.

Плановая эффективность определяется данными о предполагаемом объеме продукции, капитальными вложениями, себестоимо-

стью и окупаемостью этих вложений. Данные о плановой и фактической эффективности используются при определении желательных направлений ее развития и при планировании ее внедрения. При планировании эффективности новой техники, когда еще неизвестна цена, затраты на новую технику могут быть определены по сметам на ее изготовление, а при отсутствии смет – по укрупненным нормативам и с учетом аналогов.

Фактическая эффективность измеряется соотношением снижения себестоимости продукции или увеличением прибыли от внедрения новой техники и капитальных вложений на эти цели. К затратам на новое оборудование прибавляются расходы на его доставку и монтаж, сооружение производственных площадей и увеличение оборотных фондов, связанных с внедрением новой техники.

Экономическая эффективность производства

Экономическая эффективность производства является одним из важнейших показателей развития экономики и определяется как отношение полезного результата (эффекта) к затратам на его получение, определяемое на отраслевом и заводском уровнях. Сопоставляя отдельные виды затрат на производство продукции, можно определить ряд показателей. Последние служат средством количественного и качественного анализа экономики в целом, отдельных ее подразделений при планировании, проектировании, оперативном руководстве хозяйственной деятельностью. Условно они делятся на 3 группы:

1-я группа – обобщающие показатели экономической эффективности. Это прежде всего рост производительности труда, количественно выражаемый в росте объемов выпускаемой продукции, а также в абсолютной экономии затрат живого и овеществленного труда (в стоимостном и натуральном измерении). Результаты производства наиболее полно представлены в конечном общественном продукте и национальном доходе (чистой продукции). К обобщающим показателям относится также общая рентабельность.

2-я группа – основные показатели экономической эффективности использования производственных ресурсов. Это живой труд, основные производственные фонды, материальные затраты и капитальные вложения, исчисляемые на базе национального дохода (чистой продукции). К ним относятся производительность живого труда (тру-

доемкость), фондоотдача (фондоемкость), материалоемкость (материалоотдача), отдача капитальных вложений (капиталоемкость).

3-я группа – технико-экономические показатели эффективности использования ресурсов. Они применяются для конкретного анализа и планирования отдельных сторон процесса производства, учета факторов его роста на предприятиях, в отраслях промышленности и на транспорте. К ним относятся индивидуальная выработка; коэффициенты использования средств труда, мощности агрегатов и т. д.; удельные расходы сырья, материалов, топлива и энергии; удельные капиталовложения, срок окупаемости, приведенные затраты.

Трудоемкость – показатель, характеризующий затраты рабочего времени на производство определенной потребительной стоимости или на выполнение конкретной технологической операции. Показатель трудоемкости является обратным показателем производительности труда, он определяет эффективность использования одного из главных производственных ресурсов – рабочей силы. На величину трудоемкости влияет ряд факторов: технический уровень производства (фондовооруженность и энерговооруженность труда, технология), квалификация работников, организация и условия труда, сложность изготавливаемой продукции и др.

Показатели производительности труда (в зависимости от способа исчисления) в системе показателей экономической эффективности производства играют различную роль. Рост общественной производительности труда, измеренный соотношением конечных результатов производства и полных затрат живого и овеществленного труда, является обобщающим показателем экономической эффективности, так как наиболее полно отражает результаты взаимодействия материальных (вещественных) и субъективных (общественных) элементов производительных сил.

Каждый из перечисленных выше показателей, взятый в отдельности, недостаточно полно учитывает эти затраты. Их динамика, как правило, не совпадает ни по темпам, ни по направлению изменения, что делает невозможным выбор на их основе однозначного экономического решения.

Анализ себестоимости продукции

Себестоимость – это текущие затраты предприятия на производство и реализацию продукции, выраженные в денежной форме. Это основной ценообразующий и прибылеобразующий фактор, анализ которого позволяет дать обобщающую оценку эффективности использования ресурсов и определить резервы увеличения прибыли и снижения цены единицы продукции.

Анализ себестоимости может быть как ретроспективным, так и оперативным, предварительным, прогнозным.

Предварительный анализ себестоимости конкретного вида изделия проводится на первой стадии жизненного цикла изделия – на этапе проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.

Большой удельный вес в себестоимости занимают материальные затраты и прямая заработная плата. Они зависят от объема продукции, ее структуры и уровня затрат на отдельное изделие. Объем, в свою очередь, определяется трудоемкостью и уровнем оплаты труда.

Косвенные затраты в себестоимости продукции представлены следующими комплексными статьями: расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, общепроизводственные и общехозяйственные расходы, коммерческие расходы.

Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования включают в себя амортизацию машин и технологического оборудования, затраты на ремонт, эксплуатацию, издержки на внутризаводское перемещение грузов, износ инструментов и т.д. Некоторые виды затрат (например, амортизация) не зависят от объема производства и являются условно-постоянными. Другие полностью или частично зависят от его изменения и являются условно-переменными.

Таким образом, основными путями снижения себестоимости продукции являются:

1. Сокращение затрат на ее производство за счет экономного использования сырья, материалов, снижения непроизводительных расходов, производственного брака, повышения уровня производительности труда и т.д.

2. Увеличение объема производства за счет более полного использования производственной мощности предприятия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Гжиров Р.И. Краткий справочник конструктора.– Л.: Машиностроение, 1983.

Иванов М.Н. Детали машин. – М.: Высш. шк., 2000.

Иванов М.Н., Финогенов В.А. Детали машин. – М.: Высш. шк., 2003.

Козловский В.А. и др. Производственный и операционный менеджмент. – СПб: «Специальная литература», 1998. – 216 с.

Решетов Д.Н. Детали машин. – М.: Высш. шк., 1989.

Устюгов И.И. Детали машин.– М.: Высш. шк., 1981.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
Основные направления в развитии машиностроения.....	6
ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ДЕТАЛЯМ МАШИН	8
Критерии работоспособности	12
Экономическая эффективность новой техники	13
Экономическая эффективность производства.....	13
Анализ себестоимости продукции.....	16
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	17

Молодова Юлия Игоревна

**ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ
ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ
НОВОЙ ТЕХНИКИ**

Методические указания
по курсу «Основы расчета технологического
оборудования предприятий отрасли»
для студентов специальности 080502 (060800)
и направления 080500 (521500)

Редактор

Р.А. Сафарова

Корректор

Н.И. Михайлова

Компьютерная верстка

Н.В. Гуральник

Подписано в печать 19.09.2008. Формат 60×84 1/16

Усл. печ. л. 1,16. Печ. л. 1,25. Уч.-изд. л. 0,94

Тираж 100 экз. Заказ № С 4

СПбГУНиПТ. 191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9
ИИК СПбГУНиПТ. 191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9