

---

М. Д. Рудман

## РУКОВОДСТВО ДИПЛОМНЫМ ПРОЕКТИРОВАНИЕМ

### Из опыта кафедры «Производство летательных аппаратов»

Дипломное проектирование — завершающий этап обучения в техническом вузе. В работе над темой студент должен показать умение решать комплекс сложных вопросов современного производства авиационных изделий.

Студенты факультета самолетостроения очень поздно, практически лишь с 4-го курса, приобщаются к авиационной тематике, знакомятся с изделиями. Задания по черчению и начертательной геометрии, курсовые проекты по деталям машин, теории механизмов и машин иногда не увязываются с авиационной тематикой. А ведь как мечтают абитуриенты о встрече с «настоящим» самолетом!

Нам представляется целесообразным, хотя бы в эксперименте, сообщать студентам 3—4 курсов тему дипломного проекта. Тема должна определить объект проектирования («пассажирский самолет внутренних линий», «азробус» и др.). При выдаче заданий на все курсовые работы и проекты все кафедры должны учитывать особенности полученной студентом темы дипломного проекта, увязывать их с конструкцией изделия. Это, несомненно, повысит интерес каждого студента к изучению всех дисциплин учебного плана, покажет важность общетехнических и теоретических курсов, приобщит студентов к авиационной технике. Возможно, понадобится новая форма документа, учитывающего тематику и сроки выполнения всех проектов.

Заданием на дипломное проектирование предусматривается разработать проект цеха по производству изделия определенного типа; провести анализ технологичности деталей, узлов или агрегата; разработать технологию и оснастку для их производства; выполнить расчеты технико-экономических показателей проектируемого цеха. Каждому дипломанту предлагается также разработать так называемую «специальную тему» проекта.

Простое перечисление основных вопросов задания уже указывает на большой объем работ. Задание на проект студент получает в первые недели преддипломной практики и большую часть работы выполняет лишь после практики. Таким образом, студент-дипломант дневного отделения впервые узнает о теме дипломного проекта лишь за несколько месяцев до защиты. А сколько вопросов надо было (да и можно было бы!) продумать, знай он раньше тему.

Сейчас тема, задание «привязываются» к месту распределения выпускника на работу. Это разумно — позволяет студенту подготовиться к будущей работе на производстве еще в стенах института. Однако такая практика иногда связывает инициативу кафедры, т. к. в ряде случаев места распределения не полностью соответствуют профилю специальности. С введенным учебно-научной работы студентов кафедра «Производство самолетов» имеет возможность сообщать части студентов 3-го и 4-го курсов темы дипломного проекта.

*К разработке предлагаются цехи* производства деталей (механические, заготовительно-штамповочные), цехи сборки агрегатов (механо-сборочные, клепально-сборочные, сборочно-сварочные) и общей сборки изделия, цехи испытаний и контроля изделий. Для первой группы цехов характерна очень большая номенклатура деталей. Разработка рациональных технологических процессов изготовления деталей в современных условиях немыслима без классификации деталей по конструктивно-технологическим признакам, без типизации технологических процессов. Поэтому анализ технологичности конструкции проводится лишь для типовых представителей.

Объекты производства цехов второй и третьей групп, как правило, весьма сложны. Для разработки в проекте предлагается, обычно, часть агрегата (отсек, панель), конструкция которой должна анализироваться с точки зрения технологичности.

*Необходимо отметить, что до сих пор нет достаточно обоснованных количественных критериев технологичности конструкции* деталей, узлов и агрегатов. Заданием на проектирование не оговорено обязательное выявление таких критериев. В результате, дипломант часто ограничивается общими фразами: «Конструкция детали (узла, агрегата) недостаточно технологична». Некоторые критерии уже определены и находят применение при проектировании, например, коэффициент использования материала, коэффициент панелирования агрегата, коэффициент применения прессовой клеп-

ки. Задача руководителя проекта — помочь дипломанту выявить и определить как можно больше коэффициентов, характеризующих технологичность детали, узла, агрегата.

Дипломант т. Ерзаев, например, проводил сравнение технологичности деталей шасси по общему количеству размеров, чистоте и точности (классу) обработки поверхностей, количеству резьб, типу фасок, канавок и других элементов конструкции деталей. Тов. Ерзаев обладал опытом работы конструктора и технолога. Выполненный им анализ технологичности конструкций деталей, с использованием количественных критериев, был убедительным, годным для практического использования.

Студент т. Цибин при анализе технологичности конструкции шасси самолета использовал коэффициенты унификации деталей, преемственности ранее принятых конструктивных решений. Он убедительно показал, что эти факторы в значительной мере влияют на сроки технологической подготовки производства, на стоимость технологической оснастки, длительность периода освоения в производстве нового агрегата с высокими техническими и эксплуатационными характеристиками.

Кафедре необходимо обобщить накопленный при дипломном проектировании опыт оценки технологичности конструкции деталей, узлов и агрегатов, разработать перечень таких критериев (коэффициентов).

Как правило, чертежи узлов или агрегатов — объектов производства проектируемого цеха — студенты подбирают во время преддипломной практики, что позволяет им знакомиться с конструкцией реальных изделий. По согласованию с руководителем проекта в чертежах сложных агрегатов опускается ряд деталей, сечений, видов, сокращается спецификация.

Руководителям проектов необходимо строго следить за соблюдением всех требований ГОСТов, особенно сейчас, когда вводится в действие Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Изучение ЕСКД начали студенты первого курса, а как быть старшекурсникам? Применения ЕСКД необходимо добиваться уже сейчас, при дипломном проектировании. Преподаватели технологических кафедр могли бы принять участие в подготовке предложений по намечаемой к выпуску Единой системы технологической документации. Значение разработки и внедрения этой системы трудно переоценить. Задача руководителя проекта, всех преподавателей института привить студентам — будущим инженерам чувство ответственности в применении и правильном использовании государственных стандартов и нормалей.

Чертежи деталей, узлов и агрегатов, как правило, содержат ссылки на технические условия (ТУ), заводские нормалы, производственные инструкции (ПИ). Часто дипломанты воспроизводят в проекте номера этих документов, не ознакомившись по существу с их содержанием. Конечно, кафедра не имеет возможности приобрести все материалы подобного типа. Однако, руководитель проек-

та должен требовать от дипломанта тщательного ознакомления с каждым документом, на который дается ссылка в проекте.

*Разработка технологического процесса изготовления объекта производства цеха* — ответственная трудоемкая часть дипломного проекта. Студенты самолетостроительного факультета на пятом курсе выполняют два технологических проекта: по производству деталей и сборочным работам. Таким образом, общее содержание этой части дипломного проекта им известно. В чем же отличие?

Указанные курсовые проекты выполняются в институте, чертежи объектов проектирования (деталей и узлов) выдаются из архива кафедры. Курсовому проектированию предшествует вторая технологическая практика; с производством аналогичных деталей и узлов студент знакомится на заводе.

Объекты дипломного проектирования обычно значительно труднее, чем курсового. Технологический процесс их изготовления сложен, содержит десятки операций. Самостоятельно разработать полностью технологический процесс за ограниченное время — весьма трудно. Необходимо требовать от дипломанта, чтобы в проекте был дан критический, обоснованный анализ существующего технологического процесса. В проектах обрабатывающих цехов следует сосредоточить внимание на вопросах типизации технологии, групповой обработки деталей, механизации основных и вспомогательных операций, использования агрегатных станков; применения новых инструментов: комбинированных, оснащенных твердыми сплавами и алмазами; рациональных схем раскроя деталей из листовых и профильных полуфабрикатов; механизации подачи полуфабрикатов-заготовок на рабочую позицию прессового оборудования, резкого уменьшения доводочных работ.

В проектах сборочных цехов обращать внимание на вопросах обеспечения взаимозаменяемости узлов и агрегатов, механизации сборочных работ, вытеснения ручной ударной клепки; применения новых методов разделки отверстий под классные болты и др.

*Для разработки проекта цеха необходимо определить трудоемкость работ по профессиям и разрядам рабочих, типаж и количество оборудования, оснастки, инструментов, занимаемые ими площади.* К сожалению, нормирование работ производится по весьма дифференцированным нормативам — по-переходно, редко по-операционно. Совершенно недостаточно количество экземпляров нормативов, велико различие между нормами времени по заводским и отраслевым нормативам. Эти обстоятельства затрудняют получение достоверных данных о трудоемкости работ, но требуют большой затраты времени дипломанта. При этом дипломант устанавливает указанным выше путем лишь трудоемкость изготовления типовой детали или одного из узлов (агрегатов) проектируемого цеха; суммарная трудоемкость работ по цеху определяется из «опыта», сравнением цеха проектируемого с цехом существующим. Далее определяется себестоимость комплекта изделий и технико-экономические показатели цеха. Успешное выполнение этой части

проекта в большой степени зависит от организации преддипломной практики. Весьма желательно, чтобы руководитель проекта и консультант еще во время практики обратили внимание студента на необходимость тщательного изучения всех вопросов экономики и организации производства.

*Проектирование технологической оснастки вызывает ряд трудностей.* Лучше всего, пожалуй, обстоит дело с проектированием приспособлений для механической обработки деталей: разработана теория базирования деталей и их фиксации; имеется много учебной, справочной и нормативной литературы по данному вопросу. Немного хуже с обеспечением литературой при проектировании клепально-сборочной оснастки; совсем плохо — при проектировании сборочно-сварочной оснастки.

Проектирование сложного сборочного стапеля, например, трудоемкая и кропотливая работа, посильная коллективу опытных конструкторов. Дипломанту, имеющему небольшой опыт проектирования, прямо скажем, трудно выполнить задание в небольшой срок. Иногда заданием можно требовать не проектирования сборочного стапеля, а критического, творческого анализа существующих конструкций стапелей, внесения конструктивных усовершенствований — механизации подъема и опускания рублильников, перемещения плит разъема, фиксации деталей; уменьшения металлоемкости конструкции стапеля при одновременном повышении ее жесткости; использования универсальных, нормализованных элементов — балок, колонн, фиксирующих узлов. Накоплен, например, опыт использования универсальных сборных приспособлений (УСП) не только при механической обработке деталей, но и при сборке и сварке изделий. Применение универсальных сборных и переналаживаемых приспособлений взамен специальных — генеральное направление современного производства; следует обратить на это внимание студентов. Для успешного применения при проектировании унифицированных и нормализованных элементов необходимо иметь в достаточном количестве альбомы этих элементов в библиотеке кафедры (следует заметить, что за рубежом, например, в ГДР, основная часть технической литературы, особенно справочных пособий, нормалей, сосредоточена в технических библиотеках кафедр).

Есть в решении указанных выше вопросов еще один, моральный аспект. Совершенно редок случай ссылки (хотя бы в пояснительной записке) на источник, использованный дипломантом при конструировании оснастки. Появлению такой ссылки (в любом случае обязательной!) не способствует в некоторой степени само задание — ведь дипломанту предложено *разработать* конструкцию оснастки, а не *усовершенствовать* конструкцию существующей. Изменение формулировки задания будет способствовать развитию творческого подхода студента к решению действительно сложных и трудоемких технических вопросов. В свою очередь, это будет, на наш взгляд, хорошо воспринято и работниками заводов — рецензента-

ми. Вопрос дипломанту: «Что Вы внесли нового в конструкцию оснастки?» — будет не итоговым, а исходным.

Можно сослаться на такой пример. Дипломант т. Плахтюрин предложил модернизацию существующего станеля сборки отъемной части крыла механизации сверления отверстий в лонжероне. Объем расчетных и графических работ в его проекте был, примерно, такой же, как и в других проектах, но *вся* работа была выполнена самим дипломантом. Надо ли говорить, как это важно!

Затруднения вызывает выдача заданий на проектирование оснастки в механо-сборочных цехах. Обычно ограничиваются испытательными стендами, стендами проверки кинематики. Первые, как правило, имеют весьма простую конструкцию каркаса, но сложную электрическую, гидравлическую или пневматическую схемы, разработка которых требует больших, чем у наших студентов, знаний по специальным разделам электротехники, электроники, гидравлики. Можно, однако, сослаться на положительный опыт проектирования: группа студентов разработала проект весьма сложного испытательного пульта, выполнив большой объем расчетных и графических работ. Это, пожалуй, один из немногих известных нам случаев совместной работы группы студентов над одной сложной темой, хотя жизнь каждодневно убеждает нас в необходимости коллективного решения сложных технических (и научных) вопросов.

К сожалению, уровень механизации слесарно-сборочных работ еще недостаточно высок — при сборке преобладает ручной труд. Между тем, сборка таких громоздких изделий, как шасси самолета, нуждается в механизации. Целесообразно практиковать выдачу большого числа заданий по разработке указанной оснастки.

Теперь о так называемых «специальных темах» дипломных проектов. В «поисках» спецтемы руководитель дипломного проекта затрачивает много времени и сил, однако, иногда спецтемы не увязываются с остальными разделами проекта, не составляют органической его части.

Мы убеждены, что спецтемы должны быть основой проекта. Например, студент т. Парменов в дипломном проекте привел интересные данные о влиянии процесса сварки на деформации и напряжения конструкций; спецтема проекта получила положительный отзыв Института электросварки им. академика Е. О. Патона.

Тов. Азимова подробно, со знанием дела, осветила в спецтеме вопросы проектирования многономенклатурных поточных линий механической обработки деталей. *Посильны ли такие специальные темы дипломантам дневного отделения.* Нам кажется, пока, к сожалению, непосильны. Сбор материала, расчетные, конструкторские и экспериментальные работы по теме должны выполняться на преддипломной практике. Но ведь преддипломная практика и так перегружена заданиями. Как быть? Нам представляется возможным и спецтемы выдавать студентам третьего-четвертого курсов. Целесообразно включение в проект результатов научно-учебных работ, выполняемых студентами четвертого и пятого курсов.

Хотелось бы назвать ряд спецтем, разработанных в дипломных проектах студентов дневного обучения: «Анализ способов контроля разъемных соединений шасси» (т. Валеев, выпуск 1962 г.), «Особенности применения импульсно-дуговой сварки высокопрочных сталей» (т. Терегулова, выпуск 1965 г.), «Электрохимическая обработка глубоких отверстий малого диаметра» (т. Соловьев, выпуск 1969 г.). Все эти темы представляют большой интерес. Глубина их проработки была бы, конечно, значительно большей, имея студенты возможность заниматься ими на 3—4—5 курсах.

*Несколько слов об организации дипломного проектирования.* Ввиду увеличения общего количества дипломантов, направления многих из них на преддипломную практику в другие города, отсутствия в институте помещений и других причин в последние годы сложилось, на наш взгляд, неправильное положение, когда дипломное проектирование в основном осуществляется на заводах и руководят многими проектами заводские специалисты.

Как это ни странно, но для одной из основных, завершающих стадий вузовского обучения в институте не находится помещений. Отсутствие кабинета дипломного проектирования отрицательно сказывается на его ходе и итогах. Разрушается создаваемый пять лет студенческий коллектив, ослабляется воспитательная работа; затрудняется планирование и контроль за соблюдением графика выполнения дипломных проектов со стороны кафедры и деканата. Привлечение большого числа заводских специалистов к руководству дипломным проектированием также имеет недостатки: не всегда руководство поручается достаточно квалифицированным инженерам; во всяком случае, опыта преподавания у них нет, занятость по основной работе приводит к срыву сроков консультаций; методическое руководство со стороны кафедры явно ослабляется. Имеются ли достоинства в сложившейся системе? Возможно, они есть, но их значительно меньше, чем перечисленных недостатков.

Проведение проектирования вне стен института должно быть исключением, а не правилом.

---

---