

ОПЫТ ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННОЙ ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРОВ ДЛЯ КОМБАЙНОСТРОЕНИЯ

О. В. Рехлицкий

*Научно-технический центр комбайностроения ОАО «Гомсельмаш»,
Республика Беларусь*

В. Б. Попов

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Комплексным показателем, характеризующим не только научно-технический уровень самоходной сельскохозяйственной машины, но и весь научно-технический потенциал предприятия-изготовителя, является показатель энергонасыщенности машины.



*Рис. 1. Энергонасыщенность самоходных кормоуборочных машин
ОАО «Гомсельмаш» с 1977 по 2015 г.*

С начала производства на ОАО «Гомсельмаш» в 1977 г. первого в СССР самоходного кормоуборочного комбайна КСК-100 и по настоящее время энергонасыщенность кормоуборочных машин увеличилась с 200 до почти 700 л. с. (рис. 1), соответственно, производительность на уборке кукурузы молочно-восковой спелости зерна – с 90 до 220 т в час.

Одновременно с ростом требований к производительности машин возросли требования к их надежности. Так, если по техническим условиям (ТУ) 1982 г. на комбайн КСК-100 предусматривалась средняя наработка на отказ не менее 20 ч, то по ТУ на кормоуборочный высокопроизводительный комплекс КВК-8060 в соответствии с СТБ 1616 наработка на отказ 2 группы сложности составляет не менее 115 ч, отказы 3 группы сложности не допускаются. Учитывая ужесточение требований к технической надежности, наряду с многократным возрастанием энергонасыщенности, повышением производительности машин за счет применения широкозахватных адаптеров, увеличения проходных сечений технологического тракта, т. е. массы одновременно перерабатываемого технологического материала, увеличения частот вращения валцов питающего аппарата и измельчающего барабана, применением ускорителя выброса, доизмельчающего устройства с частотами вращения до 2400 об/мин, что суммарно ведет к увеличению нагруженности всех без исключения элементов конструкции, *обеспечение прочности,*

жесткости, виброустойчивости деталей, сборочных единиц, безотказности и долговечности кормоуборочных машин в целом становится одной из главных задач при создании новых и совершенствовании серийно выпускаемых машин.

Вышеуказанное в равной степени относится и к другим самоходным сельскохозяйственным машинам, например, к зерноуборочным комбайнам ОАО «Гомсельмаш», энергонасыщенность и оснащённость дополнительными адаптерами и технологическими устройствами которых неуклонно возрастала по мере востребованности высокопроизводительных самоходных машин для заготовки зернобобовых культур, кукурузы на зерно (рис. 2).



Рис. 2. Энергонасыщенность самоходных зерноуборочных машин ОАО «Гомсельмаш» с 1997 по 2015 г.

В настоящее время в производственной линейке ОАО «Гомсельмаш» представлены более 35 моделей зерноуборочной, кормоуборочной, картофелеуборочной, початкоуборочной, хлопкоуборочной и другой сельскохозяйственной техники (более 110 модификаций). На рис. 3 представлен модельный ряд выпускаемой холдингом техники для сельского хозяйства.

Современная самоходная сельскохозяйственная машина, выпускаемая холдингом «Гомсельмаш», например, представленный на рис. 4 кормоуборочный комплекс КВК-8060 – это сложная мехатронная система, включающая в себя подсистемы механических приводов ходовой части и рабочих органов технологического тракта, гидроприводов ходовой части, рулевого управления, рабочих органов, питающего аппарата и адаптеров, стояночного и рабочих тормозов, электрооборудования, пневмооборудования, электромагнитных и гидравлических устройств системы защиты технологического тракта от попадания посторонних предметов, кабины, органов управления, системы доступа на рабочее место оператора, моторной установки с подсистемами питания топливом, отвода отработанных газов и охлаждения рабочих жидкостей и наддувочного воздуха, подсистемы централизованной автоматической смазки и внесения консервантов в измельченную массу, раму и другие несущие конструкции.

Текущее состояние рабочих органов и основные показатели качества выполнения технологического процесса контролируются и управляются с помощью бортовой компьютерной информационно-управляющей системы (БИУС), включающей в себя датчики различного назначения, блоки управления, модуль терминальный графический.



Рис. 3. Модельный ряд сельскохозяйственной техники, выпускаемой холдингом «Гомсельмаш»



Рис. 4. Комплекс высокопроизводительный кормоуборочный KVK-8060

Активно ведутся работы по оснащению самоходных уборочных машин системами точного земледелия: автовождения, картирования, мониторинга положения, протекания технологического процесса и технического состояния узлов и механизмов, расхода топлива с подключением через GPS/GPRS связи к удаленному серверу.

Ежегодно, согласно Программе разработки новой и модернизации серийно выпускаемой техники, в холдинге «Гомсельмаш» в процессе проектирования находится до 5 новых машин различного назначения, проводится модернизация и разрабатываются модификации под запросы конкретных рынков, что составляет до 20 машин, находящихся в серийном производстве.

Коллектив Научно-технического центра комбайностроения (НТЦК), включающий в себя специалистов конструкторских, конструкторско-исследовательских отделов и лабораторий, испытательных и производственных подразделений КСиДМ, ИЦ и ЭП, на протяжении всей истории НТЦК успешно справляется с постоянно усложняющимися задачами по поддержанию конкурентоспособности техники холдинга «Гомсельмаш» во всех регионах мирового рынка. С момента создания конструкторского подразделения по настоящее время сменилось несколько поколений конструкторов.

Социальная и экономическая значимость данного направления научно-технической и производственной деятельности, постоянное повышение требований рынков по обеспечению конкурентоспособности выпускаемой сложной наукоемкой техники, жесткие и все сокращающиеся сроки вывода на рынки новых и усовершенствованных моделей сельскохозяйственных машин диктуют ужесточение требований к кадрам, приходящим на смену опытным работникам НТЦК, главными из которых являются недопущение утраты или снижения уровня компетенции во всех традиционных сферах деятельности подразделения, приобретение новых компетенций, обеспечение преемственности опыта и знаний, способность к постоянному обучению.

В настоящее время эффективная работа НТЦК ОАО «Гомсельмаш» без использования компьютерных технологий проектирования (CAD-технологии), инженерного анализа (CAE-технологии), подготовки производства (CAM-технологии), управления данными об изделии (PDM-технологии) невозможна.

Все конструкторские разработки в Научно-техническом центре комбайностроения выполняются с использованием программной системы автоматизированного 3D-проектирования Creo Parametrics в среде компьютерной интегрированной системы для управления данными о машиностроительном изделии Windchill методом параллельного проектирования, реализующего одновременную работу по созданию 3D-модели разрабатываемого или модернизируемого изделия большим количеством разработчиков, специализирующихся на проектировании различных узлов, агрегатов и систем, объединенных руководителем проекта – главным компоновщиком, координирующим их работу и принимающим основные компоновочные решения (рис. 5).

Работа с такими системами требует, помимо знания предметной области, также знаний и умений владеть инструментарием, в качестве которого выступают сложные многофункциональные программные комплексы, основанные на самых современных информационных технологиях.



Рис. 5. Создание 3D-модели самоходной сельскохозяйственной машины

Кроме указанных знаний и навыков, с целью обеспечения непрерывности процесса разработки вновь поступивший на работу инженер-конструктор должен знать методические материалы и ТНПА, касающиеся конструкторской подготовки производства по закрепленным за ним сборочным единицам; системы и методы проектирования, этапы разработки конструкторской документации, принципы работы, условия монтажа и эксплуатации проектируемых конструкций; основы технологии производства в объединении группы изделий, закрепленных за конструкторским отделом; технические требования, предъявляемые к разрабатываемым изделиям и их составным частям; методы проведения прочностных расчетов, свойства материалов, применяемых в конструкциях; должен быть знаком с передовым отечественным и зарубежным опытом конструирования аналогичных изделий; порядок разработки текущих и перспективных планов работы; порядок разработки, согласования и утверждения конструкторской документации на изделия, организацию работ по изготовлению опытных образцов и опытных партий в экспериментальном производстве и на ОАО «Гомсельмаш», проведения их испытаний; порядок разработки извещений на изменения конструкторской документации (КД) и их согласования, требования организации труда при проектировании и конструировании; требования СТБ ISO 9001, СТБ ISO 18001, СТБ ISO/TS 16949 и методику эффективного менеджмента FMEA.

Инженер-конструктор с первого же дня назначения на должность обязан:

- разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты средней сложности изделий, используя средства автоматизированного проектирования;
- проводить работы по повышению уровня стандартизации и унификации разрабатываемых конструкций сборочных единиц и деталей;
- обеспечивать соответствие разрабатываемых конструкций изделий техническим заданиям, ТНПА, системам стандартов по безопасности труда;
- подготавливать исходные данные для выполнения технических расчетов и технико-экономических обоснований разрабатываемых сборочных единиц и деталей;
- обеспечивать своевременную разработку конструкторской документации, ее согласование и утверждение, выдачу на подготовку производства в установленные сроки и в установленном порядке;
- обеспечивать отработку конструкторской документации на технологичность в установленном порядке, выверку конструкторской документации в металле;
- участвовать в проведении испытаний закрепленных за ним узлов и оформлении документации по результатам испытаний, в том числе мероприятий по совершенствованию конструкций;
- проводить авторский надзор за изготовлением закрепленных за ним сборочных единиц и деталей;
- составлять необходимые отчеты о своей деятельности, подготавливать предложения по ее совершенствованию и повышению качества работ;
- при разработке КД на сборочные единицы и детали соблюдать требования ТНПА по безопасности труда, правил и норм охраны труда и пожарной безопасности.

Исходя из указанных квалификационных требований и обязанностей вновь назначенного на должность инженера-конструктора молодого специалиста, на протяжении долгих лет строятся отношения НТЦК ОАО «Гомсельмаш» с кафедрой «Сельскохозяйственные машины» механико-технологического факультета ГГТУ им. П. О. Сухого при подготовке конструкторских и исследовательских кадров.

Кафедра «Сельскохозяйственные машины» была организована в 1986 г. для обеспечения инженерными кадрами, в первую очередь, ПО «Гомсельмаш» и за прошедшее время выпустила свыше 1100 подготовленных специалистов. Необходимость разработки нового подхода к подготовке современного инженера для проектирования сельскохозяй-

ственной техники затронула все аспекты деятельности кафедры: научно-методическую, учебно-воспитательную и научно-исследовательскую работу, а также состояние материально-технической базы. Профессиональный уровень большинства преподавателей кафедры, имеющих базовое образование, а также опыт инженерной работы на производстве, соответствующие профилю подготовки и преподаваемым дисциплинам, позволяет осуществлять качественную подготовку специалистов.

При изучении специальных дисциплин, выполнении курсовых работ и проектов, дипломных проектов постоянно используются средства вычислительной техники. В преподавании дисциплин «Математическое моделирование технических объектов и процессов», «Проектирование сельскохозяйственной техники», «Проектирование машин для уборки сельскохозяйственных культур» используются современные программные комплексы, например «КОМПАС», «Интегрированная система прочностного анализа», «Универсальный механизм», что позволяет студентам овладеть основами компьютерного проектирования агрегатов и узлов уборочных и сельскохозяйственных машин.

На кафедре «Сельскохозяйственные машины» организовано студенческое конструкторское бюро (СКБ) для опытно-конструкторской и научно-исследовательской работы студентов, магистрантов и аспирантов, выполняемой во внеучебное время. Цель организации СКБ – обеспечить подготовку студентов и магистрантов как высококвалифицированных специалистов, сформировать у них навыки выполнения научных исследований для решения как чисто научных, так и практических проблем.

Подготовка инженеров-конструкторов сельскохозяйственных машин по специальности «Проектирование и производство сельскохозяйственной техники» предполагает их специализацию по созданию зерно- и кормоуборочных машин, выпускаемых ОАО «Гомсельмаш». Проектирование мобильной сельскохозяйственной техники требует от будущих инженеров как специфических технических знаний, так и опыта по коллективной разработке сложных технических объектов.

Для решения этой комплексной проблемы кафедрой «Сельскохозяйственные машины» предусматривается разработка и внедрение в дисциплины специализации методик компьютерного проектирования сельскохозяйственных машин, а также обучение основам использования программных комплексов «Интегрированная система прочностного анализа» и «Pro-Engineer».

Ежегодно весной закрепленные за кафедрой студенты первого и второго курсов посещают постоянно действующую выставку сельскохозяйственной техники, организованную на территории ОАО «Гомсельмаш», где знакомятся с новыми образцами уборочной техники. Для старшекурсников в День машиностроителя организуется посещение выставки новейших образцов уборочной техники ОАО «Гомсельмаш».

В 2012 г. ОАО «Гомсельмаш» передал на кафедру «Сельскохозяйственные машины» четыре уборочные машины: самоходный зерноуборочный комбайн КЗС-8, серийную самоходную молотилку КЗС-10К, самоходный свеклоуборочный комбайн СКС-624 и косилку-плющилку ротационную КПр-9, агрегируемую с универсальным энергетическим средством УЭС-2-250А или трактором Беларус-2522. Их использование в качестве наглядных пособий позволило улучшить качество подготовки студентов по профилирующим дисциплинам.

В содержание программ производственных практик: эксплуатационной, конструкторской и преддипломной также внесены инновационные изменения. С учетом курса на упрочение связи вуза с предприятиями роль двух последних практик в формировании у студентов инженерных качеств в настоящее время приобрела особую значимость. Например, за время конструкторской практики в НТЦК ОАО «Гомсель-

маш» студенты выполняют индивидуальные задания, сформированные ведущими специалистами конструкторских отделов, и параллельно подбирают материал, необходимый для выполнения курсового проекта, связанного с модернизацией узлов и агрегатов выпускаемых ОАО «Гомсельмаш» серийных машин. Работу студентов на практике курируют опытные инженеры, помогающие студентам приобрести навыки по разработке и оформлению конструкторской документации. Руководители структурных подразделений имеют возможность объективно оценить потенциал практиканта для решения вопроса о целесообразности его приглашения на преддипломную практику или даже предложить ему деловое сотрудничество – работу конструктором в течение последнего года обучения в вузе. Поэтапное усложнение задач по проектированию мобильной техники, решаемых студентами в производственных условиях, позволяет последовательно оценить их как потенциальных сотрудников, начиная с их конструкторской практики.

Внешний рецензент учебных программ – это, как правило, заведующий отделом или один из главных конструкторов НТЦК, знающий требования, предъявляемые к молодому специалисту, с одной стороны, и знакомый с содержанием учебного плана по специальности «Проектирование и производство сельскохозяйственной техники» – с другой.

Поэтому содержание курсов лекций обновляется по мере появления конструкций новых машин или даже существенной модернизации серийной техники. Соответствующие коррективы и дополнения вносятся в производственные и учебные практики на предприятии, а также в содержание практических занятий и лабораторных работ для новых специальных и новейших дисциплин специализации.

Время, отведенное на подготовку дипломного проекта, по утвержденному учебному плану составляет (вместе с преддипломной практикой) не более 4,5 месяцев, что, как правило, достаточно для выполняемой в режиме компьютерного проектирования модернизации узла или агрегата серийной сельскохозяйственной машины. Причем, предприятие заинтересовано, чтобы в ходе дипломного проектирования решались интересующие производство наиболее актуальные проблемы. Работа над дипломным проектом для студентов-бюджетников, решивших распределяться на данное предприятие, фактически совпадает с началом конструкторской практики, по результатам которой ведущие специалисты предприятия дают оценку инженерных способностей и профессиональных качеств студентов-практикантов, а также совместно с ними и руководителем практики очерчивают контуры будущего дипломного проекта.

Тематика дипломного проектирования по специальности 1-36 12 01 «Проектирование и производство сельскохозяйственной техники» достаточно широкая и позволяет индивидуально озадачить каждого студента, соблюдая интересы производства и учитывая направление научных исследований кафедры. Она охватывает шесть основных разделов: самоходные зерноуборочные комбайны, кормоуборочные машины, универсальные энергетические средства и комплексы на их базе, самоходные и навесные свеклоуборочные комбайны, прицепные картофелеуборочные комбайны, навесные, прицепные и самоходные косилки-плющилки. Кроме того, в дипломных проектах модернизируют льноуборочные комбайны, сельскохозяйственные машины для обработки почвы, а также исследуют возможность агрегатирования навесных машин, производимых ОАО «Гомсельмаш», с тракторами «Беларус».

Дипломные проекты, связанные с самоходными зерноуборочными комбайнами, представлены модернизацией узлов и агрегатов серийной техники: КЗС-7, КЗС-10К, КЗС-1218. Самоходные зерноуборочные комбайны – это наиболее сложные и потому

трудоемкие в модернизации, а, тем более, и в разработке мобильные машины, однако студенты справляются с решением поставленных перед ними задач. Уровень их подготовки повысился, и за последние 2 года средний балл по государственному экзамену составляет 6,9, а по дипломному проектированию – 7,41. Уровень удачно защищенных дипломных проектов оценивается не только средней оценкой, но и количеством их, рекомендованных к внедрению, а таких за последние 2 года – 12. Следует отметить, что на работу в НТЦК ежегодно принимаются 5–6 выпускников кафедры и только – с оценкой выше 8 баллов.

Таким образом, эффективность цепочки «конструкторская практика – курсовой проект – преддипломная практика – дипломный проект» за последние годы оправдала себя. Это подтверждается стабильным ростом спроса со стороны профильных предприятий республики, в том числе Научно-технического центра ОАО «Гомсельмаш», на подготавливаемых кафедрой «Сельскохозяйственные машины» молодых специалистов.

В то же время следует отметить, что обучение студентов, в дальнейшем поступающих на работу в НТЦК, производится с использованием базисной системы проектирования «КОМПАС», а не с использованием Creo Parametrics, что вызывает необходимость проводить дополнительное специализированное обучение с целью их интеграции в коллектив разработчиков НТЦК.

Считаем также необходимым, с целью развития системного инженерного мышления и навыков работы в команде, а также в связи с широким внедрением в деятельность машиностроительных предприятий стандартов ISO 9001 и ISO/TS 16949, ввести в практику подготовки студентов и магистрантов более углубленное обучение методам эффективного менеджмента проектов «Перспективное планирование качества продукции» (APQP), в частности, методике «Анализ видов и последствий потенциальных отказов конструкции (разработки)» (FMEA).