

Развитие исследований по технологии сборки на кафедре «Технология машиностроения» МАМИ

к.т.н., проф. Шандров Б.В., д.т.н., проф. Вартанов М.В.
МГТУ «МАМИ»

23-24 октября 2008 года в МГТУ «МАМИ» проводился международный научно-технический семинар «Современные технологии сборки». Тематика семинара включает в себя следующие направления:

- современные методы сборки;
- автоматизация сборочных работ;
- обеспечение качества сборки.

Данные направления представляются наиболее значимыми и неразрывно связанными на сегодняшнем этапе развития машиностроения. Например, обеспечение качества в условиях сборки автомобильных агрегатов невозможно без применения автоматизации. Ряд современных методов сборки успешно поддаются автоматизации. Это относится, в частности, к впрыску расплавленного металла, нанесению клеев и многим другим. Расширяется область применения известных ранее методов (на основе активной и пассивной адаптации, селективная сборка, пневмосборка, вибросборка и другие). На протяжении ряда десятилетий в МАМИ проводились научные исследования в области различных методов и технологий сборки, что предопределило проведение семинара по сборке машин в нашем ВУЗе.

В 1965 году заведующий кафедрой Ф.С. Демьянюк организовал на кафедре группу, которая занялась вопросами сборки в машиностроении. Это направление возглавил доцент, к.т.н. Воронин А.В. Работа началась на Московском карбюраторном заводе по сборке бензонасоса. В 1968 году были начаты исследовательские работы по совершенствованию сборки редукторов ведущих мостов автомобилей. Сначала эти работы проводились совместно с МЗМА, а затем с УАЗом, ЗиЛом, ВАЗом, КамАЗом и другими заводами. Объектом разработок на УАЗе была оснастка для сборки редуктора и головки блока цилиндров. Первую диссертационную работу по теории автоматической сборки в 1973 году защитил М.М. Стржемечный на тему «Исследование процесса автоматической сборки деталей типа вал-втулка». В 1980 году вышел учебник «Основы технологии сборки машин и механизмов» под редакцией М.П. Новикова. Часть разделов в этом учебнике была написана сотрудниками нашей кафедры.

Ответственным исполнителем по тематике, связанной со сборкой редукторов, в 1969 году был назначен ассистент Шандров Б.В., ныне профессор, заведующий кафедрой «Технология машиностроения». В этот период в процессе исследований стали учитываться силовые, деформационные, динамические и температурные факторы, влияющие на точность выходных параметров редукторов.

По этому научному направлению на кафедре подготовлены и защищены четыре кандидатские диссертации, изданы две монографии, получено более 20 авторских свидетельств и патентов, а также медали ВДНХ. В результате проведенных исследований создан метод регулирования преднатяга подшипников, который позволяет определить:

- силу преднатяга с учетом конструкции редуктора, эксплуатационных нагрузок и жесткости подшипников;
- технологические условия (режимы) регулирования;
- научно обоснованную взаимосвязь силы преднатяга и момента трения подшипников как контролируемого параметра.

Данный метод обеспечивает стабильность силового замыкания в подшипниковом узле в процессе сборки редуктора.

С 1988 года работы по сборке редукторов возглавил к.т.н. Булавин И.А. В ходе совместных работ с агрегатным заводом АО «КамАЗ» была создана технологическая оснастка для сборки редукторов ведущих мостов автомобилей. Одновременно с научными исследованиями на кафедре проводилась практическая экспертиза причин разрушения редукторов ведущих мостов автомобилей. В настоящее время продолжается подготовка диссертационных работ по ключевым вопросам сборки редукторов. Одним из таких вопросов является технологическое обеспечение точности предварительного натяга конических подшипников редукторов. В настоящее время работа ведется с автоагрегатным заводом в городе Канаш (Чувашия).

С 1987 года на кафедре начинаются исследования в области технологичности агрегатов машин в условиях автоматической сборки. В результате исследований разработана методология обеспечения технологичности изделий в процессе их проектирования и конструирования. Методология реализована в виде пакета прикладных программ и прошла промышленную апробацию на ряде промышленных предприятий, таких как Мелитопольский моторный завод, Кустанайский завод дизельных двигателей, Ярославский завод дизельной аппаратуры, НПО «Сборочные механизмы» г. Павлодар, АО «Сенсор» г. Зеленоград, Завод Строммашина г. Челябинск, НПО «НИИТракторосельхозмаш», НПО «Авиатехнология» и ряд других. В качестве примера показана реализация метода технологического преобразования датчика фазы (рис. 1).

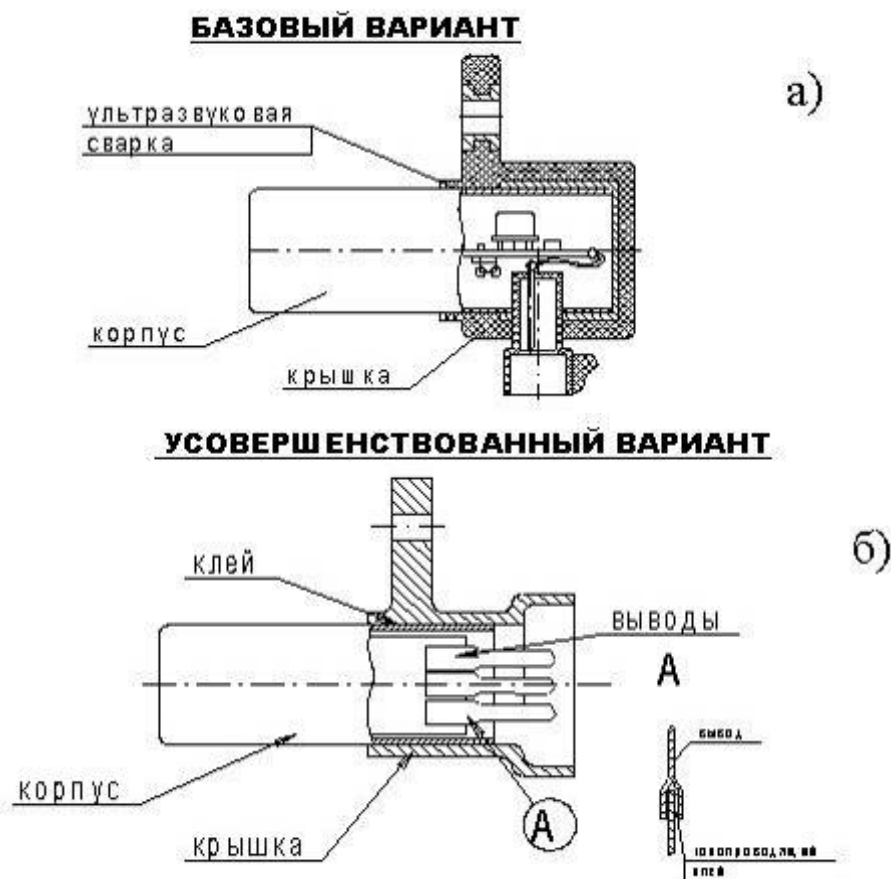


Рис. 1. Конструкция датчика фазы автомобилей.

Важным условием развития производства машин является использование новых технологий сборки. На протяжении последних 10 лет на кафедре ведутся исследования в области сборки на основе клеевых соединений. Использование клеев в промышленности обеспечивает ряд преимуществ: снижение трудоемкости, повышение жесткости конструкций, улучшение эстетики и качества. В ходе исследований, проводимых на кафедре под руководством профессора Вартанова М.В., теоретически и экспериментально изучено влияние мик-

ропрофиля поверхности на прочность клеевых соединений. Выполнен большой объем компьютерного моделирования клеевых соединений методом конечных элементов. Установлены корреляции усадки и снижения прочности соединений.

Совместно с АМО ЗиЛ ведутся исследования в области создания технологий сборки кузовов автомобилей с использованием клеев. Изучено влияние толщины клеевой прослойки на прочность соединений кузовных панелей автомобилей. С учетом специфики технологии изучалась, в частности, возможность склейки окрашенных панелей. Выполнена модификация конструкции клапанной крышки двигателя ЗиЛ при помощи вибростойкого клеевого состава с целью удовлетворения требованиям по уровню шума нормам ЕЭК ООН №51-02.

Одновременно с теоретическими исследованиями ведутся и практические работы по договорам с промышленными предприятиями. В качестве примера можно привести создание технологии сборки авиационного автотопливозаправщика моделей ТЗА-20 и ТЗА-40, изготавливаемых «НПО Авиатехнология» (г. Москва). Подобраны клеи-герметики и выполнен расчет герметичности фланцевых стыков трубопроводов (рис. 2).

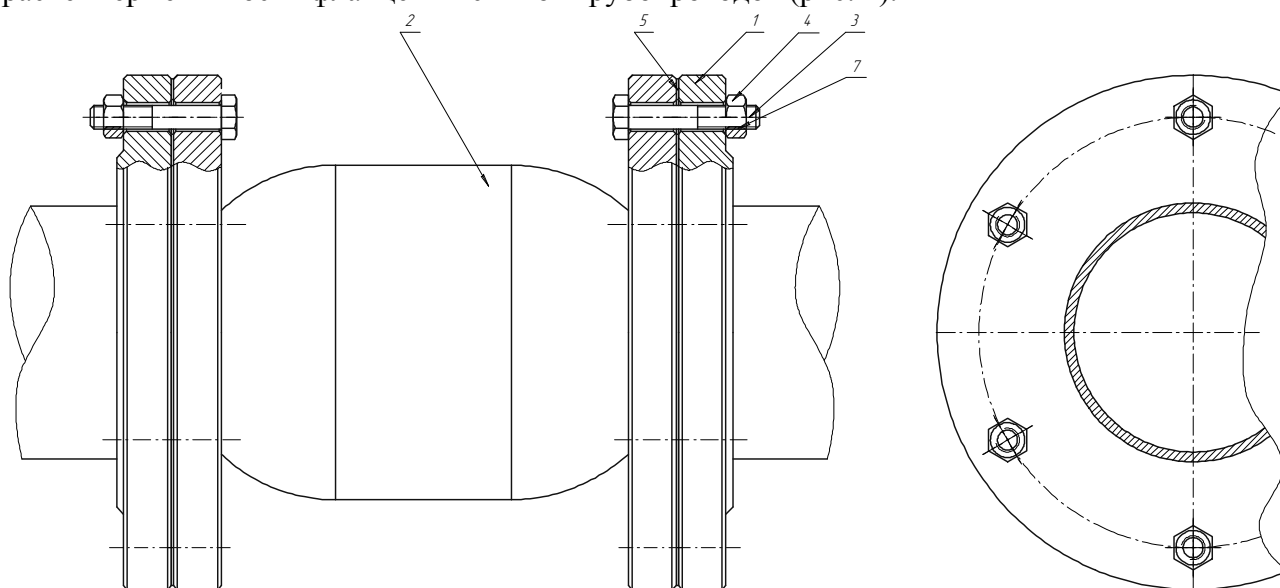


Рис. 2. Усовершенствованное фланцевое соединение муфты эластичной с фланцем нержавеющей ТВ:

1 – фланец нержавеющей ТВ; 2 – муфта эластичная; 3 – болт М10×60.88.019 ГОСТ 7798-70 – 16 шт.; 4 – гайка М10×10.019 ГОСТ 5915-70 – 16 шт.; 5 – прокладка адгезивная Loctite 518; 7 – герметик резьбовой Loctite 243.

На протяжении последних 10 лет совместно с кафедрой «Теоретическая механика» МАМИ (проф. д.т.н. Божкова Л.В.) ведутся исследования в области автоматической сборки с использованием низкочастотных колебаний. За это время разработан ряд новых методов автоматической и роботизированной сборки, изготовлена экспериментальная установка (рис. 3), создано программное обеспечение для математического моделирования.

Исследования в области сборки машин находят свое отражение и в учебном процессе. На 5 курсе студенты слушают лекции и выполняют практические работы по курсу "Технология автоматизированной сборки". Около 20% дипломных проектов выполняется по «сборочной» тематике. На кафедре сформировалась группа преподавателей-"сборщиков", под руководством которых выполняются такие дипломы. К их числу относятся профессора Шандров Б.В., Стржемечный М.М., Вартанов М.В., доценты Булавин И.А., Груздев А.Ю. и Зинина И.Н.

К сожалению, в настоящее время в связи с закрытием АО «Москвич» кафедра испытывает сложности с проведением практик на предприятиях, которые располагали бы современным автоматическим оборудованием. К существующим проблемам следует отнести от-

сутствие в России централизованного производителя сборочного оборудования; ограниченный характер использования выездных практик на заводы ВАЗ, КАМАЗ и другие, располагающие современным сборочным оборудованием.

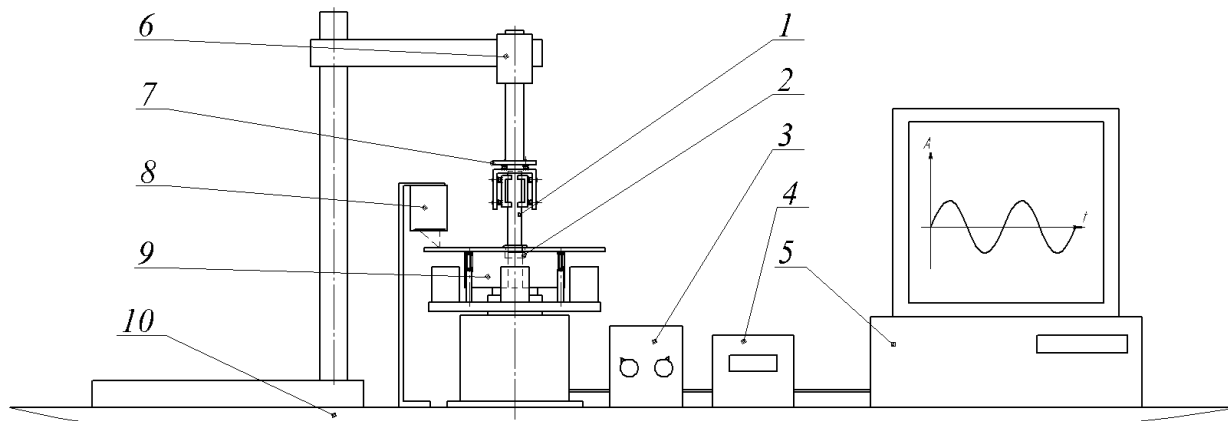


Рис. 3. Компоновка экспериментальной установки:

1 - устанавливаемая деталь, 2 - базовая деталь, 3 - генератор низкочастотных колебаний, 4 - электронный частотомер, 5 - ЭВМ, 6 - механизм вертикальной подачи схвата, 7 - адаптивный схват, 8 - лазерный датчик расстояния, 9 - виброопора базовой детали, 10 - опорная плита.

Вместе с тем, за последние годы расширилась база практик за счет оборонных предприятий, а также за счет смежных отраслей промышленности. Например, кафедра стала проводить практики на таких заводах, как «Метровагонмаш», АО «Электrozавод», Балашихинский завод гидроаппаратуры и ряде других. Опыт взаимодействия с промышленными предприятиями за последние годы показывает, что они испытывают все более острую потребность в специалистах в области сборки машин.

Предварительный выбор и оптимизация надежности автоматического сборочного оборудования

к.т.н. Аббясов В.М., к.т.н., доц. Бухтеева И.В., к.т.н., проф. Елхов П.Е.
МГТУ «МАМИ»

При проектировании технологических процессов сборки необходимо выбирать механосборочное оборудование с оптимальным уровнем надежности, которое обеспечит требуемую производительность и экономический эффект. Применение оборудования с низким уровнем надежности не даст того экономического эффекта, который нужен для нормального развития предприятий. Основная особенность выбора состава и структуры автоматического сборочного оборудования заключается в том, что замена не оправдавших себя в работе узлов и механизмов на более совершенные, а следовательно, более надежные, вызывает дополнительные затраты. Если учесть, что доля затрат на технологическое оборудование составляет 80-85% общих капитальных затрат, то любой нерациональный выбор оборудования разорителен. Оптимальная надежность – это экономический критерий надежности, позволяющий не только оценить экономический эффект повышения надежности вообще, но и выбрать наиболее выгодный метод ее повышения.

За показатели надежности приняты интенсивность отказов - $\lambda(t)$ и интенсивность восстановлений - $\mu(t)$. Вероятность безотказной работы $P(t)$ - это вероятность того, что в пределах заданного промежутка времени отказ не произойдет. Функции $\lambda(t)$ и $P(t)$ являются исчерпывающими характеристиками надежности узла. Однако следует иметь в виду еще одну характеристику – среднее время безотказной работы T_0 . Среднее время безотказной ра-