

В. Г. Осетров, доктор технических наук, профессор  
Ижевский государственный технический университет

## ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ И КАЧЕСТВО В СБОРОЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

*В статье рассматриваются прогрессивные направления, раскрывающие повышение производительности и качества сборки машин, вклад ученых ИжГТУ в развитие и создание новых технологий и конструкций.*

Сборка – определяющий этап производственного процесса в машиностроении. От нее в значительной степени зависит качество изделий и их выпуск в заданные сроки. Сборка взаимосвязана со всеми предшествующими процессами, в то же время обособлена и выделена в отдельную отрасль науки, которая исследует закономерности и связи в процессах изготовления машин. Учение о сборке основывается на наблюдениях, обобщении производственного опыта и на умении использовать современные знания фундаментальных наук для ускорения технологической подготовки производства, повышения качества и производительности труда.

Цели в области совершенствования сборочного производства – повышение производительности, качества и экономичности сборки машин.

Задачи:

- раскрытие связей и закономерностей в сборочных процессах;
- разработка САПР ТП и методов отработки на технологичность;
- оптимизация технологических процессов и форм организации;
- разработка новых методов сборки, средств механизации, автоматизации и материалов для компенсации погрешностей;
- повышение квалификации ИТР и рабочих; аттестация и сертификация рабочего места сборщика;
- ускорение технологической подготовки производства на основе компьютеризации проектирования технологии, оснастки и проведения расчетов.

Основные прогрессивные направления в сборочном производстве:

1) **теоретические разработки:** раскрытие связей и закономерностей; САПР технологических процессов; технологичность сборочных единиц; алгебра сборки машин;

2) **технология сборки соединений и формы организации труда:** нанотехнология; тепловая, гидропрессовая, ультразвуковая и вибрационная сборка соединений с натягом; технология послойной сборки на основе прототипирования, виртуальная и модульная технология; островная сборка и отверточная технология;

3) **методы достижения точности, размерные и временные связи:** сборка с компенсирующими материалами, деформации звеньев, фиксированная и индивидуальная селективная сборка;

4) **средства механизации и автоматизации сборки машин:** механизированный инструмент; автоматы; промышленные роботы и ГПС.

Анализируя направления, отметим то, что в них активно участвуют ученые кафедры. Начиная с 1960-х гг. и на момент написания статьи по-прежнему совершенствуются методы соединения деталей. Гидропрессовый метод сборки цилиндриче-

ских неподвижных соединений с натягом, разработанный канд. техн. наук, проф. Б. Ф. Федоровым, сейчас успешно применяется для сложных процессов.

Доктор технических наук, профессор И. В. Абрамов, в прошлом ученик проф. Б. Ф. Федорова, значительно усовершенствовал гидропрессовый метод и уже со своими учениками, д-ром техн. наук Н. С. Сивцевым и другими, связал способ гидрозапрессовки с процессом дорнования отверстий.

Большой труд коллектив кафедры внес в создание новых методов достижения точности сборки машин. Методы сборки с компенсирующими материалами и деформации звеньев [1, 2, ...10] (рис. 1), в разработке которых активно участвовали канд. техн. наук Н. В. Семенов, канд. техн. наук Б. И. Турыгин, д-р техн. наук В. Г. Осетров, канд. техн. наук И. К. Пичугин, канд. техн. наук Н. К. Блинов, раскрыли перед практиками новые возможности повышения производительности труда и качества сборки. На метод сборки с компенсирующими материалами разработан ГОСТ, а на другие способы компенсации – нормативные материалы и получены авторские свидетельства на изобретения.

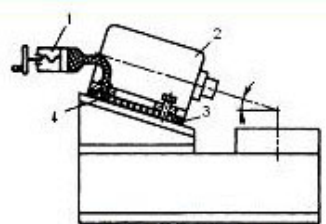


Схема сборки узлов способом нагнетания

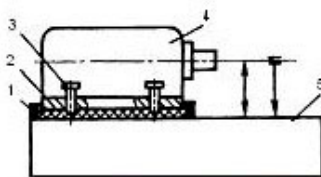


Схема сборки узлов способом окунания



Лист GORE-TEX GR и образцы изделий с приклеенной лентой



Схема сборки узлов способом вдавливания

Рис. 1. Сборка с помощью компенсирующих материалов и деформации звеньев

В 1990–1995 гг. ученики Б. Ф. Федорова особое внимание уделили теоретическим разработкам и осмыслению сущности процессов сборки. На кафедре впервые формализованы сборочные процессы соединений, разработаны логико-математическая система исчисления высказываний, алгебра сборки, создан САПР технологических схем сборки машин и отработки изделий на технологичность. В этот период выходит ряд монографий [11, 12, 13, 14, 15], а затем – учебные пособия И. В. Абрамова, В. Г. Осетрова и И. К. Пичугина, которые по достоинству оценили ученые в России и за рубежом, а также в рецензии центрального журнала «Сборка в машиностроении и приборостроении». На 3-м общероссийском конкурсе в номинации «Лучшее учебное издание по техническим наукам и технологиям» в 2006 г. учебное пособие награждено дипломом.

Очень важно отметить то, что во всех научных разработках отмечается связь с практикой.

Методы компенсации были внедрены на редукторном и станкостроительном заводах г. Ижевска, заводах тяжелого машиностроения г. Краматорска и Екатеринбурга. Они эффективно применяются при ремонте механизмов бумагоделательных машин г. Перми, Петрозаводска и Архангельска.

Следует также отметить, что некоторый спад в исследованиях по методам компенсации в России в настоящее время восполняется трудами ученых за рубежом. Например, в Германии при сборке изделий нашли широкое применение полимерные ленты GORE-TEXGR, которые приклеивают к деталям и способом вдавливания из них образуют соединения с требуемой точностью (рис. 1). Впервые такой способ образования соединений был запатентован на кафедре и описан в 1993 г. в книге [3]. Методы стали широко применяться не только в машиностроении, но и других отраслях промышленности. Так, например, д-р техн. наук, проф. В. Ф. Кузьмин (г. Комсомольск-на Амуре) успешно внедрил метод деформации в авиастроении.

С приходом на кафедру д-ра техн. наук, проф. В. И. Гольдфарба было сохранено направление кафедры по совершенствованию сборки машин, но оно несколько изменилось.

Теоретические изыскания в области зубчатых передач и производство прогрессивных спироидных редукторов проф. В. И. Гольдфарба увлекли не только молодых членов кафедры, но и ветеранов.

На момент написания статьи в рамках развития направления по средствам механизации и автоматизации сборки д-ром техн. наук, проф. В. Г. Осетровым созданы новые виды перспективных передач с промежуточными элементами и с использованием магнитных силовых линий постоянных магнитов (рис. 2, 3). На редукторы типа 2К-Н с шаровыми и роликовыми элементами получены авторские свидетельства на изобретения и полезные модели. От предприятий – изготовителей оборудования машиностроения поступило предложение использовать редукторы в турбобурах и других механизмах. В 2007 г. за исследования и разработку магнитных передач группа студентов под руководством проф. В. Г. Осетрова получила на общероссийском конкурсе научных студенческих работ дипломы.

Магнитные редукторы типа К-Н-V и другие также запатентованы. На ОАО «Редуктор» на них сделаны опытные образцы, подтверждающие работоспособность. В настоящее время магнитные редукторы применяются в качестве резьбонарезных насадок к механизированным инструментам. На рис. 3 представлен фрагмент чертежа гайковерта ударного действия с магнитным редуктором (см. поз. 10). В конст-

рукции вместо зубчатого планетарного редуктора встроен редуктор с постоянными магнитами.



Рис. 2. Шаровой редуктор в разобранном виде (слева направо: спутник, крышка и корпус).  
Технические характеристики: масса 3,1 кг, передаточное отношение 55,  
крутящий момент на выходном валу 40 Н\*м

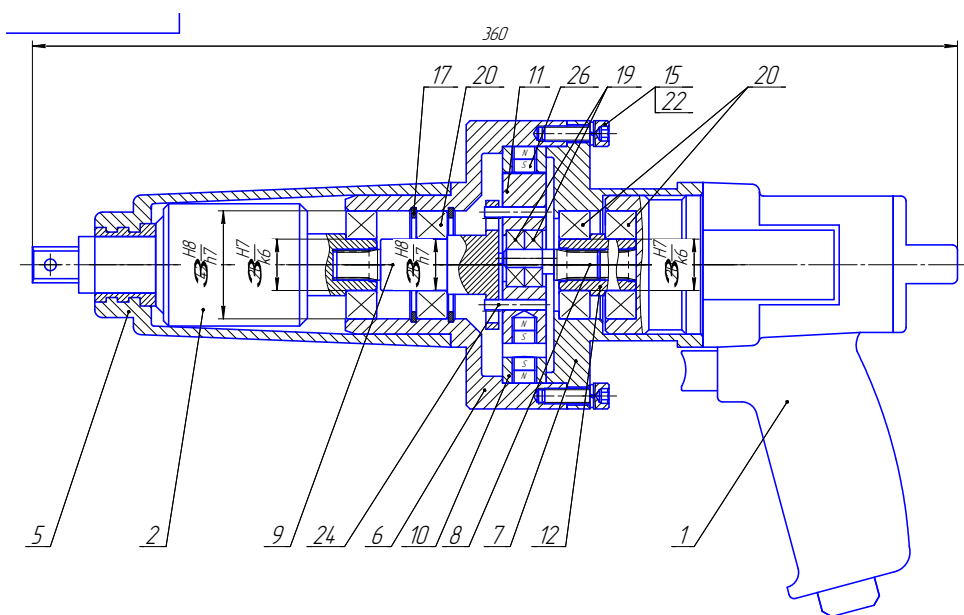


Рис. 3. Гайковерт ударного действия с магнитным редуктором (поз. 11)

Перспективные передачи с промежуточным элементом и постоянным магнитом находятся в начальном этапе развития и ждут своих исследователей.

В заключение следует отметить, что школа ученых, созданная профессором Борисом Федоровичем Федоровым, с приходом заведующего кафедрой д-ра техн. наук, проф. В. И. Гольдфарба сохранилась и получила дальнейшее развитие.

#### Список литературы

1. *Осетров, В. Г.* Бригадные формы труда на сборке / В. Г. Осетров, Б. Ф. Федоров. – Ижевск : Удмуртия, 1984. – 96 с.
2. *Осетров, В. Г.* Энергосберегающие процессы и оснастка в механосборочных цехах / В. Г. Осетров. – Ижевск : Удмуртия, 1987. – 124 с.
3. *Осетров, В. Г.* Сборка машин с компенсаторами / В. Г. Осетров, Б. Ф. Федоров. – М. : Машиностроение, 1993. – 140 с.
4. *Осетров, В. Г.* Исчисление высказываний при проектировании процессов сборки машин / В. Г. Осетров // Вестн. машиностроения. – 1998. – № 3. – С. 39–33.
5. *Осетров, В. Г.* Алгебра сборки машин / В. Г. Осетров // Вестн. машиностроения. – 2000. – № 4. – С. 5–8.
6. *Осетров, В. Г.* Применение алгебраических преобразований в технологии сборки машин / В. Г. Осетров, В. П. Мишунин // Сборка в машиностроении, приборостроении. – 2002. – № 8. – С. 9–14.
7. *Осетров, В. Г.* Производственная технологичность сборочной единицы по частным показателям / В. Г. Осетров, Д. В. Кремнев, В. П. Мишунин // Актуальные проблемы конструкторско-технологического обеспечения машиностроительного производства : материалы междунар. конф. : в 2 ч. Ч. 1 / ВолгГТУ. – Волгоград, 2003. – С. 185–187.
8. *Осетров, В. Г.* Организационно-технологические формы и схемы сборки редукторов / В. Г. Осетров, В. П. Мишунин, Д. В. Кремнев // Сборка в машиностроении, приборостроении. – 2003. – № 12. – С. 3–7.
9. *Осетров, В. Г.* Логика и практика сборки машин / В. Г. Осетров, Ф. Ю. Свитковский. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ, 1996. – 86 с.
10. *Осетров, В. Г.* Прогрессивные направления в сборочном производстве : учеб. пособие по курсу лекций «Технологические процессы сборочного производства» / В. Г. Осетров. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ, 2008.
11. Технология сборочного производства в машиностроении : учеб. пособие / И. В. Абрамов, В. Г. Осетров, И. К. Пичугин и др. ; под общ. ред. И. В. Абрамова, В. Г. Осетрова. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ, 2002. – 460 с.
12. Основы технологии машиностроения. Сборка машин : учеб. пособие / И. В. Абрамов, В. Г. Осетров, И. К. Пичугин и др. ; под общ. ред. И. В. Абрамова, В. Г. Осетрова. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ, 2005. – 468 с.
13. *Осетров, В. Г.* Теория и практика сборки машин / В. Г. Осетров. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ, 2005. – 250 с.
14. Технология изготовления редукторов / И. В. Абрамов, В. Г. Осетров, Ф. И. Плеханов и др. – Глазов : Изд-во ГИЭИ, 2005. – 208 с.
15. Технология сборки и механической обработки. Наладки технологические : учеб. пособие / В. Г. Осетров, А. Г. Схиртладзе, В. В. Морозов и др. ; под ред. Ю. В. Пузанова. – Глазов : Изд-во Глаз. гос. пед. ин-та, 2007. – 220 с.