

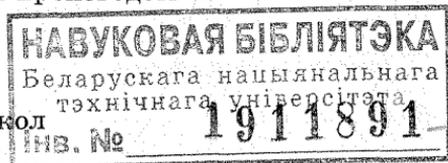
**АВТОМАТИЗАЦИЯ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ  
И ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ  
ПРОЦЕССОВ  
В МАШИНОСТРОЕНИИ**

**ИЗГОТОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ  
И СБОРКА ИЗДЕЛИЙ**

Под общей редакцией профессора Ю. З. Житникова

Допущено Учебно-методическим объединением вузов  
по образованию в области автоматизированного  
машиностроения (УМО АМ) в качестве учебника для студентов  
высших учебных заведений, обучающихся по направлению  
«Конструкторско-технологическое обеспечение  
машиностроительных производств»

Старый Оскол  
ТНТ  
2025



895/5

# ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	10
<b>ЧАСТЬ 1. АВТОМАТИЗАЦИЯ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ОПЕРАЦИЙ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ И СБОРКИ ИЗДЕЛИЙ .....</b>	<b>13</b>
<b>ГЛАВА 1. АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОДАЧИ ЗАГОТОВОК И ДЕТАЛЕЙ .....</b>	<b>14</b>
1.1. Автоматизация подачи заготовок больших размеров .....	14
1.1.1. Устройство подачи проволоки и ленты из бунта при помощи валков .....	14
1.1.2. Устройство подачи проволоки и ленты клещевым механизмом .....	18
1.1.3. Устройство подачи проволоки, полос и ленты роликово-клиновым механизмом .....	20
1.1.4. Устройства подачи полос и ленты при штамповке крючково-рычажными механизмами .....	21
1.1.5. Устройство подачи прутка цанговым захватом и грузом .....	22
1.2. Устройства автоматизированной подачи заготовок из бункеров. Предельные режимы работы .....	23
1.2.1. Бункерные загрузочные устройства с возвратно-поступательным движением стержня .....	24
1.2.2. Бункерное загрузочное устройство с возвратно-поступательным движением ползуна .....	28
1.2.3. Дисковое карманчиковое бункерное загрузочное устройство .....	30
1.2.4. Бункерное загрузочное устройство с крючками .....	34
1.3. Вибрационные загрузочные устройства .....	38
1.4. Загрузочные устройства магазинного типа .....	41
1.4.1. Универсальный вертикальный питатель магазинного типа .....	42
1.4.2. Универсальный горизонтальный питатель магазинного типа .....	56

<b>ГЛАВА 2. РЕЖИМЫ ДВИЖЕНИЯ УСТРОЙСТВ ПОДАЧИ УЗЛОВ И КРУПНОГАБАРИТНЫХ ДЕТАЛЕЙ</b> .....	69
2.1. Оптимальное управление вращением подающего устройства при торможении внешними силами .....	69
2.2. Оптимальное управление вращением подающего устройства при торможении силой трения .....	73
2.3. Оптимальное управление поступательным движением подающего устройства при торможении внешними силами .....	76
2.4. Оптимальное управление поступательным движением подающего устройства при торможении силой трения .....	77
2.5. Предельная скорость поворота стола при торможении его ударом .....	78
2.6. Предельная скорость движения шагового конвейера при торможении ударом .....	85
2.7. Предельно допустимое ускорение движения шагового конвейера с незакрепленным узлом .....	88
 <b>ГЛАВА 3. РОБОТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ</b> .....	90
3.1. Разработка схем компоновки робототехнических комплексов .....	90
3.2. Модульный метод формирования конструкций промышленных роботов-манипуляторов .....	91
3.3. Обоснование предельных режимов работы элементов роботов-манипуляторов .....	93
 <b>ЧАСТЬ 2. АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ СБОРКИ ИЗДЕЛИЙ</b> .....	103
 <b>ГЛАВА 4. КОНСТРУКТОРСКАЯ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА ИЗДЕЛИЙ К АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СБОРКЕ</b> .....	103
4.1. Требования к конструкциям создаваемых машин при автоматизированной сборке .....	103
4.1.1. Выбор способа базирования собираемых узлов и деталей .....	104

4.1.2. Унификация и нормализация крепёжных деталей .....	105
4.1.3. Обоснование требований к форме узлов и деталей при автоматизированной сборке .....	106
4.1.4. Назначение свободного пространства вокруг собираемых узлов для подстыковки сборочного автомата .....	107
4.1.5. Обоснование выбора вида резьбового соединения ...	110
4.2. Точность совмещения сопрягаемых поверхностей соединяемых деталей в сборочном оборудовании .....	112
4.2.1. Условия собираемости соединяемых деталей .....	113
4.2.2. Достижимая точность совмещения сопрягаемых поверхностей соединяемых деталей в сборочном оборудовании .....	120
4.2.3. Матричный метод определения погрешностей относительного смещения сопрягаемых поверхностей соединяемых деталей в сборочном оборудовании .....	121
4.2.4. Погрешности относительного совмещения сопрягаемых поверхностей соединяемых деталей в отлаженном сборочном оборудовании .....	136

<b>ГЛАВА 5. АВТОМАТИЗАЦИЯ СБОРКИ ДЕТАЛЕЙ, СОПРЯГАЕМЫХ ПО ЦИЛИНДРИЧЕСКИМ И РЕЗЬБОВЫМ ПОВЕРХНОСТЯМ .....</b>	<b>141</b>
5.1. Теория автоматизированного совмещения деталей, сопрягаемых по цилиндрическим и резьбовым поверхностям .....	142
5.1.1. Обоснование структурной схемы управления и конструктивного решения завинчивающего устройства со средствами адаптации .....	147
5.1.2. Теоретическое подтверждение работоспособности средства адаптации, обеспечивающего надёжную автоматизированную сборку резьбовых соединений .....	156
5.1.3. Метод пассивной адаптации деталей, сопрягаемых по цилиндрическим и резьбовым поверхностям. Условия собираемости в динамике при автоматизированной сборке .....	206
5.1.4. Методика определения параметров податливого крепления завинчивающего устройства .....	208

5.2. Режимы работы завинчивающих устройств при автоматизированной сборке резьбовых соединений .....	217
5.2.1. Предельно допустимая частота вращения резьбовой детали при автоматизированном наживлении .....	218
5.2.2. Оптимальная частота вращения шпинделя при завинчивании резьбовых деталей .....	226
5.2.3. Режим работы завинчивающего устройства при затяжке неотчетственных резьбовых соединений .....	233
5.2.4. Выбор режимов сборки резьбовых соединений .....	242
5.2.5. Предельная частота вращения шпинделя в момент начала затяжки ответственных резьбовых соединений .....	243
5.3. Осевая сила или момент затяжки резьбовых соединений ...	246
5.3.1. Величина момента затяжки неотчетственных резьбовых соединений .....	247
5.3.2. Обоснование момента затяжки шпилек, ввинчиваемых в корпусную деталь .....	258
5.4. Затяжка ответственных резьбовых соединений .....	265
5.4.1. Физическая модель процесса герметизации стыков деталей, скрепляемых групповыми резьбовыми соединениями .....	266
5.4.2. Обоснование величины момента предварительной затяжки резьбовых соединений .....	267
5.4.3. Обоснование угла синхронной затяжки резьбовых соединений при скреплении узлов и деталей с уплотнениями .....	274
5.4.4. Контроль качества затяжки ответственных резьбовых соединений комбинированным методом .....	276

<b>ГЛАВА 6. АВТОМАТИЗАЦИЯ СБОРКИ ДЕТАЛЕЙ, СОПРЯГАЕМЫХ ПО ПОВЕРХНОСТЯМ С НАТЯГОМ .....</b>	<b>283</b>
6.1. Автоматизированная доориентация деталей, сопрягаемых по цилиндрическим поверхностям с натягом .....	285
6.2. Определение осевой силы запрессовки при сборке соединений с гарантированным натягом .....	287
6.3. Устройство для запрессовки штифтов (цилиндрических деталей) в корпусную деталь .....	290

<b>ГЛАВА 7. РЕЖИМЫ РАБОТЫ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ОРГАНОВ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО СБОРОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ</b> .....	295
7.1. Обеспечение максимальной скорости перемещения элементов сборочного оборудования с использованием демпферов .....	295
7.2. Обоснование предельной скорости подвода к узлу исполнительного органа сборочного оборудования .....	298
7.3. Обоснование предельной скорости отвода от узла исполнительного органа сборочного оборудования .....	309
7.4. Отвод исполнительного органа сборочного оборудования после завинчивания и затяжки резьбовых соединений .....	311
7.4.1. Отвод исполнительного органа после завинчивания и затяжки шпилек .....	311
7.4.2. Отвод исполнительного органа после затяжки гаек или болтов .....	315

<b>ГЛАВА 8. АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ УСТАНОВКА УПЛОТНЕНИЙ И СКРЕПЛЯЕМЫХ ДЕТАЛЕЙ</b> .....	317
8.1. Классификация уплотнений и устройств при их автоматизированной установке .....	317
8.1.1. Классификация уплотнений, устанавливаемых в стык соединений .....	318
8.1.2. Классификация устройств автоматизированной установки уплотнений .....	319
8.2. Обоснование структурных схем управления автоматизированной установкой плоских уплотнений и кинематических схем устройств .....	321
8.2.1. Необходимые и достаточные условия автоматизированного совмещения соединяемых деталей .....	322
8.2.2. Применение метода стабилизации движения детали относительно программной траектории для совмещения плоских уплотнений .....	329
8.2.2.1. Разработка структурной схемы управления процессом установки жёстких уплотнений в комплекте со скрепляемой деталью и кинематической схемы устройства .....	332

8.2.3. Применение комбинированного метода управления движением детали относительно программной траектории для совмещения плоских уплотнений .....	345
8.2.3.1. Разработка структурной схемы управления процессом установки жёстких уплотнений в стык соединений и кинематической схемы устройства .....	346
8.3. Устройства установки уплотнений .....	355
8.3.1. Устройство установки жёстких уплотнительных резиновых прокладок .....	355
8.3.2. Многопозиционный сборочный автомат формирования и установки уплотнений .....	357
8.4. Сборочный автомат установки кольцевых упругих уплотнений на наружные и внутренние цилиндрические поверхности .....	360
8.5. Способ установки цилиндрических кольцевых уплотнений с ограниченной упругостью на наружные цилиндрические поверхности .....	363

## **ГЛАВА 9. РАЗРАБОТКА ВЫСОКОТОЧНЫХ, МНОГОШПИНДЕЛЬНЫХ ЗАВИНЧИВАЮЩИХ УСТРОЙСТВ .....**

9.1. Классификация устройств для завинчивания гаек и винтов (болтов) .....	365
9.2. Обоснование кинематических схем высокоточных многошпиндельных завинчивающих устройств нового класса на основе многоканальных адаптивных систем управления .....	367
9.2.1. Разработка многошпиндельного гайковёрта на основе муфты предельного момента, дифференциальных механизмов и механизмов свободного хода .....	368
9.2.1.1. Обоснование структурной схемы многоканальной адаптивной электромеханической системы управления завинчиванием кратного числа резьбовых деталей .....	368
9.2.1.2. Кинематическая схема многошпиндельного гайковёрта для завинчивания кратного числа резьбовых деталей .....	376

9.2.2. Разработка многшпindelного гайковёрта на основе муфт предельного момента и механизма переключения скоростей вращения шпинделей .....	385
9.2.2.1. Обоснование структурной схемы многоканальной адаптивной электромеханической системы управления завинчиванием произвольного числа резьбовых деталей .....	385
9.2.2.2. Кинематическая схема многшпindelного гайковёрта для завинчивания произвольного числа резьбовых деталей .....	389
9.2.3. Устройство для завинчивания и затяжки неотвественных групповых резьбовых соединений .....	391
9.3. Классификация устройств автоматизированного наживления и завинчивания шпилек .....	394
9.3.1. Сборочный автомат с устройством выдачи шпилек подвижными направляющими втулками .....	395
9.3.2. Сборочный автомат с устройством выдачи шпилек неуравновешенными втулками .....	398
9.3.3. Сборочный автомат с устройством выдачи шпилек поворотным механизмом .....	398
9.3.4. Автомат с устройством выдачи шпилек поворотом кондукторной плиты .....	402
9.3.5. Автомат с устройством выдачи шпилек поворотом планшайбы .....	405
9.3.6. Завинчивающий автомат с устройством выдачи шпилек на предварительной позиции сборки .....	408
<b>БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....</b>	<b>412</b>