

УДК 692

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОСАДКИ С НАТЯГОМ ПРИ
СОЕДИНЕНИИ ВАЛА С ТОНКОСТЕННЫМИ ДЕТАЛЯМИ В СРЕДЕ
САПР ARM WIN MACHINE, МОДУЛЯ ARM STUDIO**

Алена Денисовна Рудакова

студент

alena.rudakova.03@mail.ru

Алексей Викторович Алехин

кандидат технических наук, доцент

Alekhinal@bk.ru

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

Аннотация. В работе рассмотрены возможности использования модуля ARM STUDIO при разработке посадки с натягом. Был представлен порядок создания и итог результатов.

Ключевые слова: вал, втулка, посадка с натягом, моделирование, трёхмерный объект.

Посадка с натягом – это посадка, при которой в соединении отверстия и вала всегда образуется натяг, то есть верхний предельный размер отверстия меньше или равен нижнему предельному размеру вала.

Посадки с натягом классифицируются:

1. С минимальным гарантийным натягом – используют в соединениях, передающий крутящий момент, который не превышает $1/4$ предельного крутящего момента.

2. С умеренным гарантийным натягом – применяют в соединениях, передающий момент до $1/2$ предельного значения.

3. С большим гарантийным натягом – дают наименьший относительный гарантийный натяг до $1 \text{ мкм}/\text{мм}$.

Применяются:

1) Посадка с натягом предназначена для неподвижных неразъемных соединений.

2) Отсутствие движения у деталей можно обеспечить за счет напряжений, которые появляются в используемом материале, в следствие этого между двумя деталями образуется деформация в области стыка поверхностей.

3) Часто, использование посадки с натягом приводит к появлению упругих деформаций, но в ряде случаев возникают пластические деформации.

Преимущества:

1. Простота конструкции. Поскольку не требует дополнительных креплений;

2. Возможность передачи больших статических и динамических нагрузок, при этом нагрузки могут быть постоянными или переменным.

3. Хорошее центрирование соединяемых деталей.

4. Высокая нагрузочная способность сопряжения, возрастающая с увеличением диаметра сопряжения.

Недостатки:

1. При использовании большого натяга возникает затруднение в сборке и разборке.
2. Возникновение повреждений посадочных мест и сокращение размера расчетного натяга в процессе сборки.
3. Высокие стандарты изготовления и условие пониженной шероховатости для посадочных поверхностей.
4. Снижение усталостной прочности валов из-за появления концентрации напряжений.
5. Трудности неразрушающего контроля прочности соединения.

Проектирование посадки с натягом в машиностроении включает выбор типа соединения, расчет параметров сборки.

Алгоритм посадки с натягом:

- 1) По ранее заданным значениям внешних нагрузок (R_{oc} , M_k) и габаритам соединения рассчитывается минимальное давление (P_a) на контактных поверхностях соединения;
- 2) Получив значение p определяется величина минимального расчетного натяга N'_{min} , М [2-3].

Также проектирование и расчёт посадки с натягом через смещение можно провести в модуле APM STUDIO.

Проектирование ведём по следующему алгоритму:

- закрепляем втулку на цилиндре с помощью дерева построений;
- создаем закрепления основания цилиндра с помощью запрета перемещений, при этом запрет перемещений по вертикальной оси и окружному направлению;
- добавляем цилиндрические опоры для предотвращения вращения втулки;
- задаём контакты и смещения. При этом применяется автоматическая расстановка контактов с радиусом поиска 0 или 2. В новой версии произошла

переработка настроек контактов и появилась технология контакта «поверхность-поверхность».

- затем задаём смещения в метрах для натяга.

- запускаем расчёт и анализ результатов. При этом производим запуск нелинейного расчёта через дерево операций.

Далее можно посмотреть схождение расчёта, и увидеть результаты контактных напряжений.

Также можно посмотреть результаты по перемещениям, изменяя масштабный коэффициент.

Таким образом, модуль APM STUDIO помогает решать разного рода прикладные задачи, используя встроенные инструменты, такие как анализ напряженно-деформируемого состояния для объемных объектов, а также проводить прочностной анализ конструкций.

Выполнение расчетов основано на использовании различных математических моделей, численно (методом конечных элементов) описывающих соответствующую физику процессов. В итоге пользователь получает представление анализа в формате статических векторных и контурных карт, программа предоставляет возможность просмотра анимации векторных и скалярных полей характеристик с дальнейшим созданием документа текстового образца. [1, 4-5, 7]

Список литературы:

1. Липин А.А. Системы автоматизированного проектирования: учеб. пособие / Иван. гос. хим.-технол. ун-т. Иваново. 2018. 108 с.

2. Раббе М.М., Алехин А.В. Проектирование и расчёт разъемных соединений в среде САПР APM WINMACHINE, модуле APM WIN JOINT // Материалы Международной научно-практической конференции «Инженерное обеспечение инновационных технологий в АПК». Мичуринск-наукоград РФ. 2021. С. 195-200.

3. Дорохова А.М., Алехин А.В. Использование модуля APM WIN TRANS САПР APM WIN MACHINE при проектировании и расчёте механических передач // Материалы Международной научно-практической конференции «Инженерное обеспечение инновационных технологий в АПК». Мичуринск-научоград РФ. 2021. С. 84-87.

4. Джураев А. А., Алехин А. В. Использование параметрических возможностей САПР Компас 3Д // Инженерное обеспечение инновационных технологий в АПК: Материалы Международной научно-практической конференции, Мичуринск-научоград, 26-28 октября 2022 года / Под общей редакцией И.П. Криволапова. Мичуринск-научоград: Мичуринский государственный аграрный университет. 2022. С. 57-60. EDN YGSHOD.

5. Хубаев А.Е., Колдин М.С., Ланцев В.Ю. Роль САПР в жизненном цикле продукта // Наука и Образование. 2020. Т. 3. № 3.

6. Модуль геометрического моделирования с инструментами конечно-элементного анализа // АПМ studio – URL: <https://apm.ru/apm-studio>

UDC 692

DESIGN OF TIGHT FIT JOINTS OF A SHAFT WITH THIN-WALLED PARTS IN THE APM WIN MACHINE CAD ENVIRONMENT, APM STUDIO MODULE

Alina D. Rudakova

student

alena.rudakova.03@mail.ru

Alexey V. Alekhin

candidate of technical sciences, associate professor

Alekhinal@bk.ru

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

Abstract. The paper discusses the possibilities of using the APM STUDIO module in the design of interference fit. The design algorithm is presented, as well as the output of the results.

Keywords: shaft, bushing, interference fit, modeling, three-dimensional object.

Статья поступила в редакцию 24.10.2025; одобрена после рецензирования 20.12.2025; принята к публикации 29.12.2025.

The article was submitted 24.10.2025; approved after reviewing 20.12.2025; accepted for publication 29.12.2025.