

УДК 621.792

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ, СОБРАННЫХ С НАПРАВЛЕННЫМ ФОРМИРОВАНИЕМ КЛЕЕВОГО СЛОЯ

Мозгин Станислав Андреевич ⁽¹⁾

Аспирант 4-го года ⁽¹⁾,

кафедра «Технология машиностроения»

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Научный руководитель: А.В. Игнатов,

кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология машиностроения»

В настоящее время клеевые составы активно используются для фиксации различных цилиндрических соединений таких как посадка шестерен, зубчатых колес, звездочек на валу, которые распространены в передаточных механизмах автомобилей, сельскохозяйственной техники, подъемно-транспортных машин, обрабатывающего оборудования, вертолетов и самолетов. Это связано с тем, что сборка соединений с помощью клеевых составов имеет ряд преимуществ по сравнению с прочими способами сборки [1,2]. Данные клеевые цилиндрические соединения должны отвечать целому ряду конструктивных, технологических и эксплуатационных требований. При этом, в случае узлов автомобилей и сельскохозяйственной техники особое внимание уделяется сокращению времени сборки соединений так как их сборка, как правило, осуществляется в условиях поточного производства. Узлы авиационной техники являются особо ответственными так как их брак может привести к летальным последствиям для человека. При сборке данных узлов прежде всего требуется надежность и стабильность получения эксплуатационных характеристик, что должно обеспечиваться формированием равномерного сплошного клеевого слоя непосредственно внутри зазора между деталями.

Анализ существующих технологических методов клеевой сборки ясно показывает, что в них не предусмотрено средств и воздействий, направленных одновременно на получение равномерного клеевого слоя непосредственно внутри зазора между деталями и необходимого снижения трудоёмкости, либо имеющиеся меры не гарантируют этого. В случае ручной сборки при нанесении клеевого состава на поверхности деталей с помощью кисти или аналогичного инструмента объем клеевого состава не регулируется, его распределение сначала на поверхности, а потом и в зазоре осуществляется хаотично, также возникают подтеки, которые свидетельствуют о вероятном недостатке клеевого состава в зазоре или явном перерасходе клея. При применении автоматизированных средств дозирования и распределения клеевого состава равномерность и количество клеевого состава на поверхностях деталей существенно стабилизируется, однако, нельзя достоверно определить каким образом клеевой состав распределяется внутри зазора. С учетом перечисленных обстоятельств, нельзя гарантировать стабильность и надежность процесса сборки клеевых соединений, а также конечные показатели их качества существующими технологическими методами. Кроме этого, после сборки клеевых соединений требуется продолжительная выдержка, необходимая для отверждения клеевого состава, в течении которой собранное соединения нельзя перемещать. Время такой выдержки, в зависимости от используемого клеящего вещества, составляет от 15 мин до 4 часов. В течении данного времени обеспечивается прочность клеящего вещества достаточная для транспортировки соединения. Таким образом, существует острая необходимость в

разработке принципиально нового метода сборки клеевых цилиндрических соединений, направленного на исключение необходимости выдержки соединения после сборки и на стабильное формирование равномерного сплошного клеевого слоя непосредственно внутри зазора между деталями.

Авторами предлагается следующий подход к сборке клеевых цилиндрических соединений [3]. В рамках одного соединения используется технология выполнения клеевого шва в два этапа. Первый этап обеспечивает ускоренное отверждение узкой полоски клея внизу соединения, которая будет являться технологическим швом. Технологический шов обеспечивает создание герметичного пояса внизу соединения и стабильность положения деталей относительно друг друга. Главная цель при формировании технологического шва – обеспечение минимально возможного времени его отверждения, в пределах 3-5 минут. Это может быть достигнуто применением клеев моментального отверждения или нагревом. В последнем случае предлагается подвергать предварительному нагреву вал, а не полностью соединение. После быстрого отверждения, гарантирующего фиксацию положения, соединение готово к транспортировке. В результате формируется цилиндрическое соединение с зазором, объем которого ограничен снизу технологическим швом. Дальнейшая сборка осуществляется во втором этапе, в процессе которого формируется конструкционный шов. На конструкционном шве, лежит задача по обеспечению эксплуатационных характеристик соединения. Для его отверждения нет необходимости обеспечивать дополнительную выдержку соединения т.к. неподвижность деталей относительно друг друга осуществляется с помощью технологического шва. Таким образом, данный подход позволяет обеспечить выполнение такта на сборочной позиции в случае необходимости. В зависимости от клеевой композиции, выбранной для сборки технологического шва, время сборки соединения составит от нескольких десятков секунд до нескольких минут.

Для успешной реализации и внедрения оригинального метода сборки требуется экспериментальное определение режимов сборки при формировании технологического и конструкционного швов. В статье [3] описана методика проведения эксперимента, экспериментальная установка, а также представлены некоторые результаты. В данной работе представлено описание и результаты испытаний на прочность клеевых цилиндрических соединений, собранных с направленным формированием клеевого слоя и традиционными методами.

В качестве образцов для склеивания использовались металлические валики и втулки с номинальным диаметром соединения $\varnothing 36$ мм и длиной 31 мм. Образцы изготовлены из стали 45, без термообработки. Шероховатость сопрягаемых поверхностей составила Ra 2.5 мкм. Валики в количестве пяти штук имели различные диаметры для достижения различных значений диаметрального зазора в соединении. Величина диаметрального зазора составила 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5 мм. Для сборки клеевых цилиндрических соединений использовался анаэробный клеевой состав Efele 124. Сборка проводилась на специальном стенде с целью обеспечения соосности вала и втулки. В случае традиционной сборки нанесение клеевого состава на вал и втулку, а также его распределение по поверхности осуществлялось вручную, с помощью кисти. После этого осуществлялась сопряжение валика и втулки. В случае направленного формирования клеевого слоя первоначально осуществлялось сопряжение валика и втулки, установка нижней и верхней торцовых крышек с целью создания замкнутого кольцевого зазора, и затем через отверстие в верхней крышке, внутрь зазора, осуществлялась подача клеевого состава под давлением. С целью получения адекватного представления о прочности клеевого слоя, полученного направленным формированием, сборка проводилась без применения технологического клеевого шва.

Испытание на прочность проводилось с помощью экспериментального стенда. В состав стенда входит гидравлический вертикальный пресс с усилием 20 тонн и компьютер. С помощью цифрового датчика информация о давлении в гидросистеме прессы передается на компьютер с целью формирования графической зависимости давления от времени непосредственно в процессе разрушения соединения. Усилие разрушения прикладывалось к торцу валика и имело осевое направление. На рисунке 1 представлены значения силы разрушения клеевых соединений.

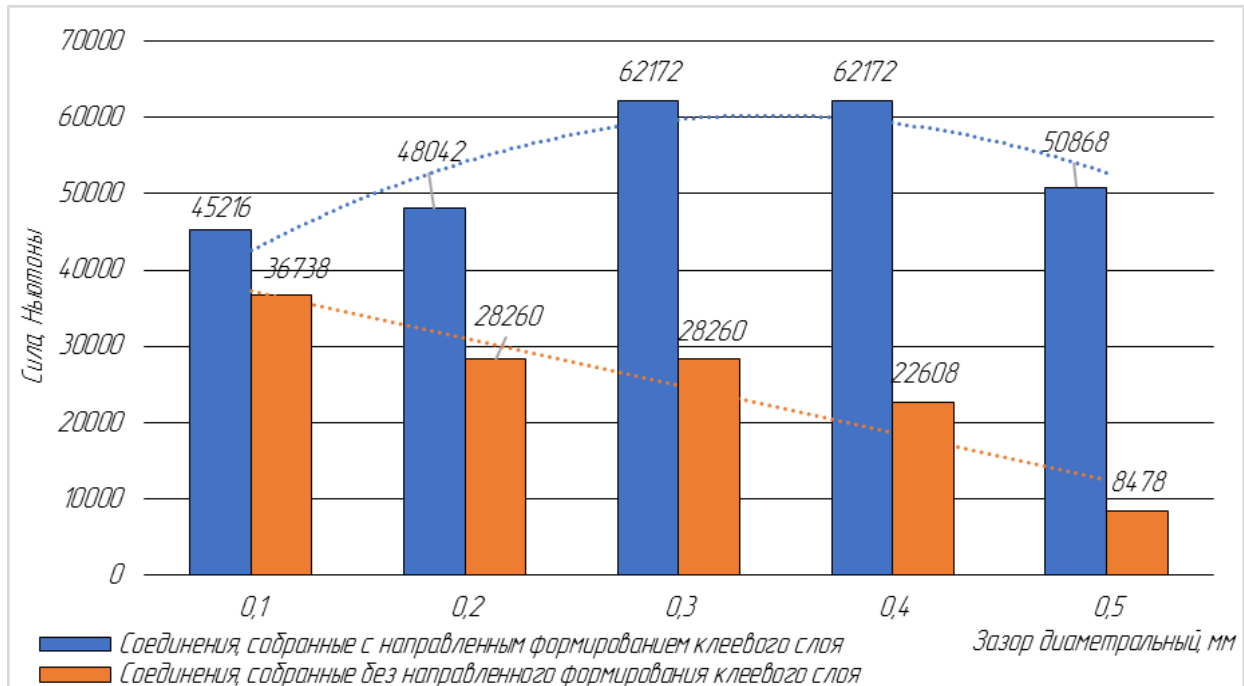


Рис. 1. Результаты испытаний на прочность клеевых цилиндрических соединений.

Результаты испытаний свидетельствуют о повышении силы разрушения клеевых цилиндрических соединений в 1,2 – 6 раз в зависимости от величины зазора в случае применения технологии сборки с направленным формированием клеевого слоя. Кроме того, существенно снизился разброс значений силы разрушения. В случае соединений, собранных по предлагаемому методу, разница между минимальным и максимальным значениями составила 38%. При традиционной сборке данная разница составила 330%.

Литература

1. *Игнатов А.В.* Исследование и разработка метода герметизации разъемных соединений термопластичными материалами в машиностроении: дис. ... канд. техн. наук. Москва, 2003, 174 с.
2. *Ignatov, A. V., Tagil'tsev, S. V., & Namazova, A. I.* (2017). Bore making using vibration-resistant boring arbors assembled with the use of adhesive materials. *Polymer Science, Series D*, 10(2), 106-110.
3. *Игнатов А.В., Мозгин С.А.* Сборка клеевых цилиндрических соединений в условиях поточного производства // Всероссийская научно-методическая конференция, посвященной 100-летию со дня рождения Н.П. Малевского: сборник научных трудов / ФГБОУ ВО «МГТУ им. Н.Э. Баумана (НИУ)», Факультет «Машиностроительные технологии». - Москва: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2020 – С. 136-139.