

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КЛЕЕЗАКЛЕПОЧНОГО СОЕДИНЕНИЯ В АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИИ

Цзэлун Ли,

аспирант,

М. Д. Лукашук,

аспирант,

О. А. Лукашук,

доц., канд. техн. наук

Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина,

г. Екатеринбург

В статье рассмотрены особенности применения клеевого заклепочного соединения в автомобилестроении, приведены его достоинства и недостатки, область применения. Рассмотрен технологический процесс клеезаклепочного соединения, включая предварительную обработку поверхности, процессы клеевой фиксации и заклепки.

Ключевые слова: клеевое заклепочное соединение, прочность, алюминиевый сплав, качество соединения.

FEATURES OF THE USE OF GLUE-RIVET CONNECTION IN THE AUTOMOTIVE INDUSTRY

The article discusses the features of the use of adhesive rivet joint in the automotive industry, its advantages and disadvantages, scope of application are given. The technological process of the glue-rivet connection, including pretreatment of the surface, the processes of adhesive fixation and riveting, is considered.

Keywords: adhesive rivet joint, strength, aluminum alloy, joint quality.

Согласно проведенным исследованиям, для дальнейшей эволюции автомобилестроения требуются новые идеи производства материалов, из которых изготавливаются автомобили. Одним из таких решений является углепластик. Углепластики широко используются при изготовлении легких, но

прочных деталей, заменяя собой металлы. В автомобилестроении они нашли себе применение: спортивные автомобили (например, бамперы, пороги, двери, крышки капотов), мотоциклы, прототипы MotoGP, болиды «Формулы 1», а также при оформлении салонов [1].

Еще одним направлением в развитии автомобилестроения в настоящее время является применение легких сплавов. Применение легких сплавов позволяет кардинально изменить конструкцию автомобиля, например создавать сотовые или, как их называют, каркасные конструкции с остовом из стандартных прессованных профилей, который заполняют элементами из стали, алюминия, пластика или даже дерева. Как и в самолетостроении, в конструкции автомобиля можно использовать цельноштампованные или прессованные элементы, которые можно получить лишь из алюминиевых сплавов [2]. Речь идет об изготовлении крупногабаритных интегрированных элементов автомобиля (боковины, крыша, пол и т. п.). При этом предполагается, что рост применения алюминиевых сплавов в грузовых и специальных автомобилях будет опережать рост его использования в легковых автомобилях. Это связано с тем, что использование алюминиевых сплавов в конструкции грузовых автомобилей значительно сократит производственные затраты и благоприятно скажется на сохранении окружающей среды, а за счет снижения их веса позволит уменьшить расход топлива.

Использование в конструкции автомобиля различных сплавов металлов или углепластика ставит задачу выбора способа соединения этих деталей, т. к. все материалы обладают различными механическими и технологическими свойствами. Известны различные способы соединения: сварка, спайка, болтовые и заклепочные соединения. Использование традиционной сварки для соединения деталей из алюминиевых сплавов и композиционных материалов (углепластиков) со стальными элементами, образующими силовой каркас, в единую связку весьма затруднительно, а в ряде случаев невозможно, т. к. при сборке разнородных или плохосвариваемых материалов, термообработанных или окончательно обработанных точных деталей часто недопустим нагрев. В некоторых случаях клепка является единственно возможным способом сборки.

В современном автомобилестроении используют клепаные соединения, однако устойчивость заклепочного, винтового или болтового соединения к повторно-статическим нагрузкам недостаточна, т. к. отверстия являются концентраторами напряжений (рис. 1), вызывающими преждевременное возникновение усталостных трещин.

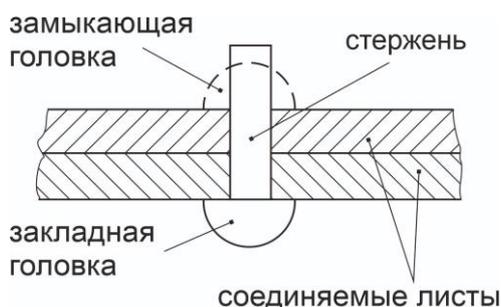


Рис. 1. Соединение листов заклепкой

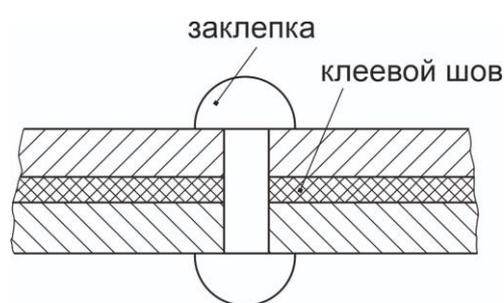


Рис. 2. Соединение листов клеезаклепочной технологией

Прочностные характеристики заклепочных соединений могут быть повышены благодаря введению в соединение клея. Клеезаклепочная технология (рис. 2) заключается в объединении в одну двух самостоятельных операций «склеивания» и «клепки». В клеезаклепочных соединениях клей одновременно защищает внутренние поверхности сопрягаемых деталей от коррозии и делает соединение герметичным, клеевой шов воспринимает на себя значительную часть напряжений, в результате чего увеличивается срок службы соединения и снижается деформация материала. Также установлено, что клеезаклепочные соединения обладают более высокой прочностью на сдвиг (на 15–35 %), равномерный (на 20 %) и неравномерный отрыв (на 25–40 %) чем аналогичные клеевые соединения [3].

Для изготовления клеезаклепочных соединений применяют эластичные клеи, обладающие текучестью и хорошо заполняющие зазоры между соединяемыми поверхностями. Выбор клея зависит от природы связующего в композиционном материале. Наиболее подходящими являются пастообразные клеи холодного отверждения.

По конструктивному выполнению клеезаклепочные соединения могут

быть трех типов: клеевые соединения с малым числом заклепок; заклепочные соединения, в которых клей незначительно усиливает соединение и играет в основном роль герметизирующего материала; соединения, в которых при расчете следует учитывать прочность и клея, и заклепок.

Клеезаклепочная технология сборки деталей машин взамен контактной точечной сварки является весьма перспективной для машино- и автомобилестроения. Данная технология имеет огромные преимущества перед классической точечной сваркой и клепкой. Введение клея в шов при изготовлении клеезаклепочного соединения позволило существенным образом повысить такие параметры соединения, как коррозионную стойкость, прочность и долговечность, особенно при знакопеременных нагрузках [4].

Микроструктура и чистота поверхности соединяемых элементов являются ключевыми факторами, влияющими на механические эффекты соединения. Процесс соединения деталей клеезаклепочным соединением начинается с предварительной поверхностной обработки склеиваемых плоскостей – процесса удаления оксидной пленки и загрязнения с поверхности посредством механических, электрохимических или химических процессов, после чего можно приступить к этапу склеивания. Нанесение клея должно осуществляться в одном направлении с фиксированной скоростью. Некоторые клеи отверждаются при комнатной температуре, а в некоторых для ускорения полимеризации требуется нагрев. Как правило, склеиваемые поверхности следует плотно прижать друг к другу после завершения нанесения клея, чтобы гарантировать отсутствие смещения между пластинами во время процесса отверждения.

Известны эксперименты [5], доказывающие, что при выполнении клепки до отверждения клея позволяет получить соединение с лучшими механическими свойствами. При этом вместо зажимного приспособления для фиксации пластины можно использовать самопроникающие заклепки (SPR). Посредством экспериментов и моделирования клеезаклепочного соединения [6] было доказано, что слишком тонкая толщина клеевого слоя приведет к возникновению остаточ-

ных напряжений после полимеризации и, как следствие, когезионному разрушению соединения. В этом случае увеличение толщины клеевого слоя может снизить остаточное напряжение и деформацию склеиваемых деталей, однако слишком большая толщина клеевого слоя приведет к тому, что связь между покрытием и поверхностью будет слабой, что может привести к отрыву покрытия. Поэтому на этапе проектирования следует выбирать соответствующую толщину клеевого слоя с учетом характеристик соединяемых материалов.

Список литературы

1. *Каня В. А., Пономаренко В. С.* Эксплуатационные материалы : курс лекций. Омск : СибАДИ, 2015. 277 с.
2. *Гуреева М. А., Грушко О. Е.* Алюминиевые сплавы в сварных конструкциях современных транспортных средств // *Машиностроение и инженерное образование*. 2009. № 3 (20). С. 27–41.
3. *Баурова Н. И., Аноприенко А. К.* Применение клеезаклепочных соединений при производстве и ремонте машин // *Автомобиль. Дорога. Инфраструктура*. 2015. № 4 (6). С. 5.
4. *Аноприенко А. К.* Совершенствование технологических процессов создания и демонтажа клееклепанных соединений при ремонте автомобильных кузовов : автореф. дис. ... канд. техн. наук. Москва, 2018. 22 с.
5. *Sadowski T., Kneć M., Golewski P.* Experimental investigations and numerical modelling of steel adhesive joints reinforced by rivets // *International Journal of Adhesion and Adhesives*. 2009. № 30 (5). P. 338–346.
6. *Zhuang Wei-min, Chen Shen, Wang Nan.* Influence on thermal stress of autobody steel-aluminum clinchadhesive connection structure // *Journal of Jilin University (Engineering and Technology Edition)*. 2002. Vol. 52, № 1. P. 70–78 (in Chinese). DOI: 10.13229/j.cnki.jdxbgxb20200738.