

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЧНОСТИ СТЕКЛОПЛАСТИКА В РАЙОНЕ ПРОКОЛОТЫХ ОТВЕРСТИЙ

К.Г. Скворцов, Д.А. Федотов, В.М. Сахоненко

Научный руководитель: профессор, кандидат физико-математических наук В.М. Сахоненко
АО «Авангард», Россия, г. Сафоново, ул. Октябрьская, 78, 215500

Email: kostyan-grinders@mail.ru

Объектом исследования настоящей работы являются отверстия, полученные методом прокалывания в еще неотвержденном полимерно-волоконистом материале конструкции. Прокол осуществляется с помощью заостренного стержня – индентора. Силовое поле армирующих волокон не прерывается. Стенка отверстия из-за повышенного содержания волокон уплотняется.

Целью исследования является разработка технологии прокола отверстия, нарезание резьбы методом прокола, а также экспериментальное исследование полученных отверстий.

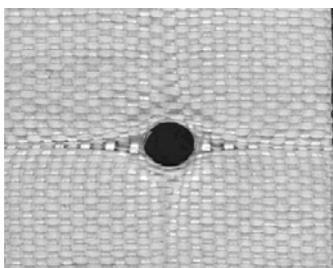


Рис. 1. Отверстие диаметром 20 мм, выполненное методом прокола в ткани ТР-0,7-80

Было разработано специальное приспособление для прокола отверстий различных диаметров в стеклопластиковых плитах толщиной до 30 мм, а также прокалывающие элементы для гладких отверстий и отверстий с резьбой.

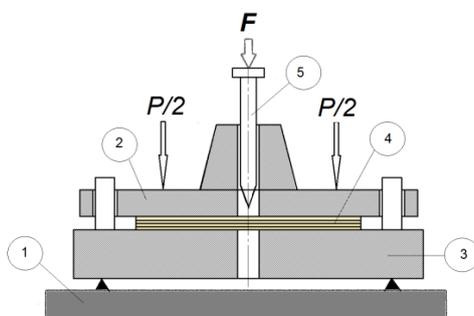


Рис. 2. Схема устройства для прокола препрега (устройство для прогрева препрега не показано)
1 – основание, 2 – подвижная плита, 3 – неподвижная плита, 4 – пакет препрега, 5 – индентор, F – усилие, прикладываемое на индентор, P – усилие сжатия пакета препрега.

Первоначально были проведены испытания образцов на растяжение. Для изготовления пластин была выбрана ткань Т-13П(100), пропитанная связующим ЭП-5122. Пластины изготавливались на специальном приспособлении. Слои ткани укладывались чередованием утка и основы. Такой приём позволил получать характеристики материала пластин, одинаковые во всех направлениях армирования. В центре каждой пластины изготавливались отверстия методом прокола.

Были изготовлены 18 пластин с проколотыми в центре отверстиями диаметром 6; 9; 13; 16; 18 и 20 мм. По 3 пластины на каждый диаметр. Из них вырезались образцы: по 1 с проколотым отверстием, 2 образца, у которых отверстия были просверлены и по 2 образца без отверстий. Ширина образцов определялась равной 3 диаметрам отверстия. Образцы с отверстиями 20 мм были шириной 50 мм. Все образцы подвергались растяжению до разрушения.

По результатам проведенных испытаний были сделаны следующие выводы:

- 1) Для ткани Т-13П(100) отверстие 20 мм является предельным размером при его проколе. При этом требовалась значительная нагрузка для осуществления прокола. При проколе отверстия диаметром 18 мм все эти неприятности отсутствовали. Таким образом, можно утверждать, что предельное значение отверстия для осуществления прокола находится в пределах от 18 до 20 мм.
- 2) Для ткани Т-13П(100) отверстия 6 мм и менее не создают концентрацию напряжений возле отверстий в материале стеклопластика.
- 3) Конструкции с проколотыми отверстиями примерно в полтора раза прочнее по сравнению с конструкциями, у которых отверстия просверлены.
- 4) С увеличением диаметра прокальваемого отверстия концентрация напряжений увеличивается.

Далее были проведены испытания образцов на срез. Для проведения испытаний были изготовлены 5 плит с проколотыми отверстиями. Из этих же плит были вырезаны образцы для проведения испытаний. При этом один образец с проколотым отверстием, а два – с просверленными. В отверстия вставлялись втулки, через которые осуществлялось нагружение образца.

Анализ результатов испытаний показал, что разрушающие напряжения на срез у образцов с проколотыми отверстиями в 2-3 раза больше, чем у образцов с просверленными отверстиями.

Также были проведены испытания на срез резьбы, полученной в препреге методом прокола. Для получения плит с отверстиями с резьбой были изготовлены прокальвающие элементы, у которых на цилиндрической части нарезана резьба. Были изготовлены пять таких плит с различными диаметрами отверстий. Для испытаний резьбы в отверстия были вкручены стержни с соответствующей резьбой. К болту прикладывалась вырывающая сила до разрушения резьбы.

В результате испытаний был сделан следующий вывод: напряжения среза стеклопластиковой резьбы имеют величину равную пределу прочности на срез материала стеклопластика. Таким образом прокол отверстия с резьбой позволяет достигнуть максимальной величины прочностных характеристик.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Способ получения отверстий в композиционном материале: а.с. / А.В. Колганов, В.М. Сахоненко. – № 4124593/23-05; заявл. 31.07.86; опубл. 22.08.88.
2. Воробьев, В.В. Соединения конструкций из композиционных материалов / В.В. Воробьев, О.С. Сироткин. – Ленинград: Машиностроение, Ленинградское отделение, 1985. – 165 с.
3. Игла для прокальвания отверстия: а.с. / Л.Я. Эйдельман. – № 78397; заявл. 30.07.47; опубл. 1.12.50.
4. Способ изготовления корпусов двигателей со сквозными отверстиями: а.с. / И.А. Егоренков, Г.А. Веденин, Г.В. Марков. – № 132649; заявл. 15.06.77; опубл. 1.08.79.
5. Способ образования отверстий в изделиях из армированных пластмасс: а.с. / Е.П. Либерт, В.М. Сахоненко. – № 1431952; заявл. 01.09.86; опубл. 22.06.88.
6. Способ получения отверстий в композиционном материале: а.с. / А.В. Колганов, В.М. Сахоненко. – № 1445978; заявл. 31.07.86; опубл. 22.08.88.