

ОСОБЕННОСТИ КРЕПЛЕНИЯ ТИТАНОВЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ СПЛАВОВ С ПОМОЩЬЮ АДГЕЗИВОВ

М. Л. Калиниченко, С. В. Григорьев, В. А. Калиниченко

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Научный руководитель В. М. Александров

Титановые сплавы и материалы на их основе занимают наиболее ответственные участки в машиностроительном производстве, медицине, авиакосмической области и т. д. Однако по обзорам мировой прессы [1], титановые сплавы являются ключевыми материалами по улучшению свойств летательных аппаратов и наземных систем с высокой степенью ответственности. Это связано с уникальными свойствами титана (механические свойства, коррозионная стойкость). Единственное, что останавливает в применении данных материалов – это их высокая стоимость по сравнению с аналогичными по свойствам материалами и, по результатам исследований мировых компаний производителей титановых изделий, стоимость изготовления изделий, сопоставимых с изготовлением титана, – 1 к 40. Как показали исследования компании Boeing, одной из основных потребителей порошковых титановых изделий, основную массу расходов составляют расходы на прессование порошка (около 50 %) и расходы на механическую обработку.

Следующей высокой статьей расходов, первичной в машиностроении, является крепление титановых изделий [2]. В настоящее время для данных целей используется лазерная или аргоновая сварка, или методы порошковой металлургии. Однако все вышеперечисленные методы требуют больших энергетических затрат и, как следствие – высокая стоимость и использование дорогостоящего оборудования.

В результате выполнения работы был предложен метод соединения данных типов материалов с помощью адгезивов, лишенный вышеперечисленных недостатков. В качестве объектов исследования были выбраны наиболее сложно скрепляемые элементы: пористое тело с компактной подложкой. Сложность данного крепления объясняется тем, что в отличие от соединения «компакт–компакт» в соединении «компакт–пористое тело» происходит разное взаимодействие адгезива с материалом. На компакте адгезив выстраивается линейно, в то время как на пористом теле срабатывает эффект губки (капиллярный эффект), т. е. частичное или полное впитывание адгезива в пористое тело склеиваемой детали. Как результат, научный интерес представляет оценка величины пропитки адгезивом пористого тела, что важно для соединения фильтрующих элементов, зон безопасности автомобилей, летательных аппаратов.

Для успешного крепления пористого и компактного тела должны соблюдаться два условия: надежное крепление пористого тела к компактной подложке; отсутствие заполнения пор адгезивом, (так как данный процесс нивелирует деформирующие, армирующие, фильтрующие и иные положительные свойства пористых тел). Для решения поставленной задачи были взяты 5 образцов на основе пористого тита-

на марки ТПП5 (ТУ 14-22-57-98) с различной пористостью (рис. 1). В качестве подложки использовались таблетки из титанового сплава BT-1 (ОСТ 9045-72). Соединение компактной таблетки с пористым телом осуществлялось с помощью адгезивов компании 3М (США) DP 270, DP 8805NS и эпоксидного универсального клея марки ЭДП быстрого отверждения – производитель ООО «НПК «Астат», Россия (рис. 2-4), соответственно.

По результатам исследования было выявлено, что адгезивы на основе эпоксидных смол, такие, как DP 270 и ЭДП, имеют особенность к заполнению пористого тела, так как обладают высокой жидкотекучестью и коэффициентом смачиваемости (по данным производителей). В тоже время необходимо отметить, что универсальные машиностроительные адгезивы типа DP 8805NS не обладают столь высокой проникаемостью в пористое тело, что отражено на рис. 5, где показаны мениски эпоксидного клея и клея DP 8805NS в порах титана.

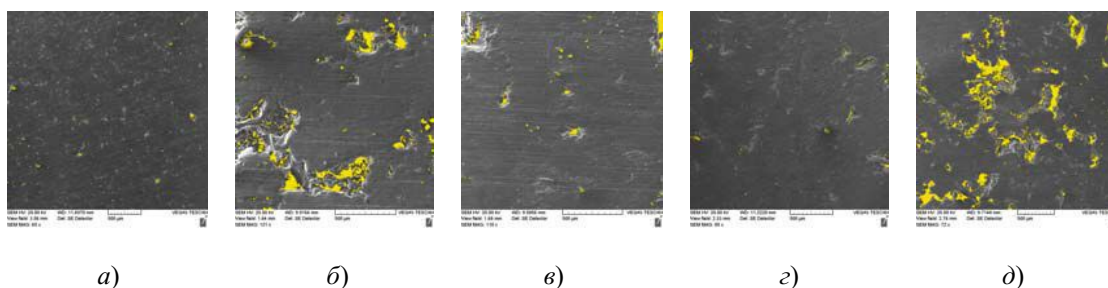


Рис. 1. Исходные титановые таблетки:
а – пористость 20–25 %; б – 30–35 %; в – 28–32 %; г – 28–32 %; д – 40 %

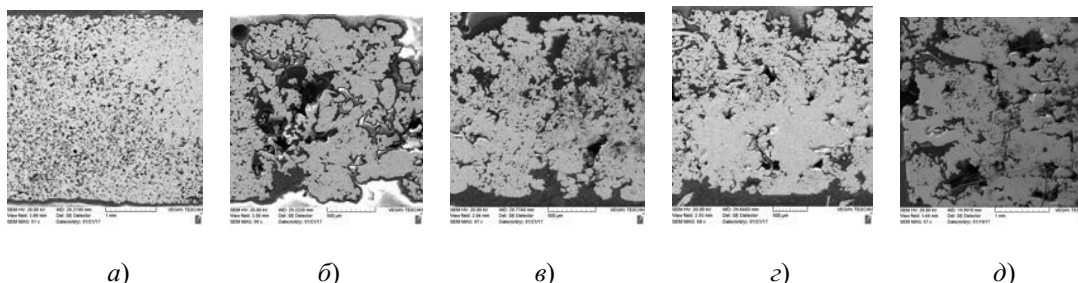


Рис. 2. Образцы, склеенные клеем компании 3М марки DP 270 на основе компактной подложки и прессованной таблетки при различных увеличениях:
а – пористость 20–25 %; б – 30–35 %; в – 28–32 %; г – 28–32 %; д – 40 %

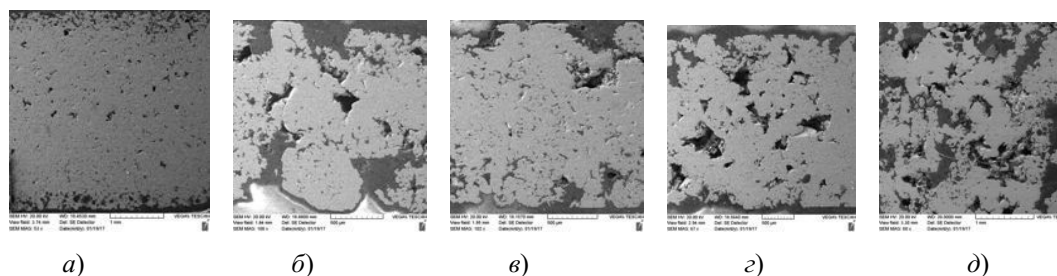


Рис. 3. Образцы, склеенные клеем компании 3М марки DP 8805NS на основе компактной подложки и прессованной таблетки при различных увеличениях:
а – пористость 20–25 %; б – 30–35 %; в – 28–32 %; г – 28–32 %; д – 40 %

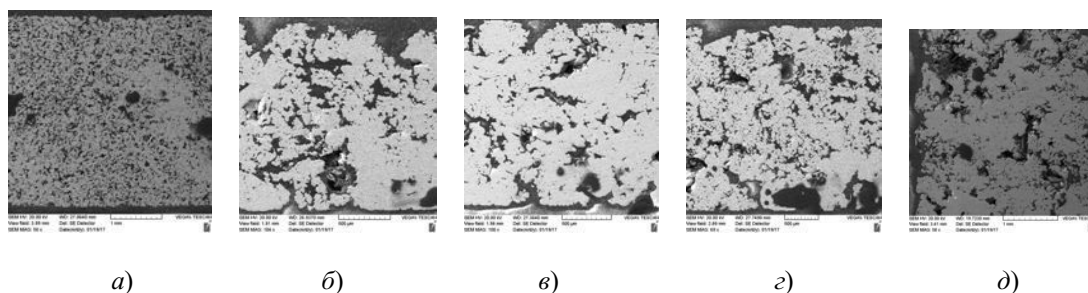


Рис. 4. Образцы, склеенные эпоксидным универсальным клеем марки ЭДП на основе компактной подложки и прессованной таблетки при различных увеличениях: а – пористость 20–25 %; б – 30–35 %; в – 28–32 %; г – 28–32 %; д – 40 %

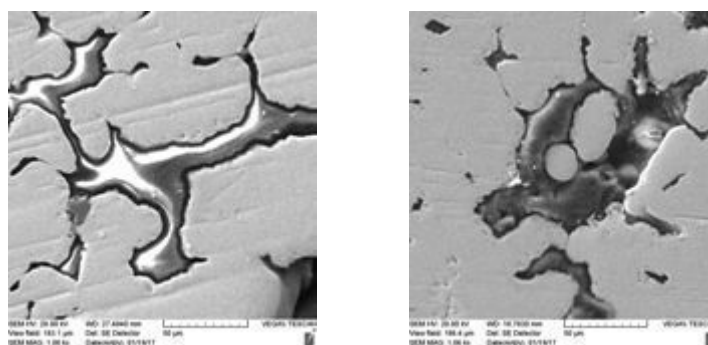


Рис. 5. Клеевые мениски в порах титановой губки: а – эпоксидная основа; б – DP 8805NS

В результате проведенной работы было выявлено, что типовые применяемые адгезивы, на примере широко используемых эпоксидного универсального клея марки ЭДП и клея 88, отличаются полным заполнением пористого тела (рис. 5, а), что ведет к снижению заявленных ранее свойств пористого тела и увеличению расхода адгезива, связанного с пропиткой пористого тела. При этом следует отметить, что клеи типа DP 8805NS (США), имеющие в своем составе гранулы ограничители (рис. б), охватывают только низкий слой пористого тела (рис. 5, б), обеспечивая при этом достаточную жесткость крепления и не нарушая механических свойств пористого материала.

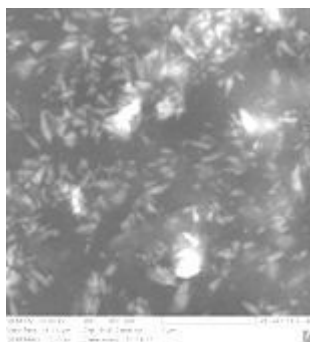


Рис. 6. Электронная микроскопия аморфных гранул в клее DP 8805NS

В результате проделанной работы было выявлено, что адгезивные технологии могут соперничать при тех или иных условиях с традиционными способами крепле-

ния материалов. Был произведен анализ влияния различных адгезивов на скрепляемые материалы и доказано, что жидкотекучесть адгезива не всегда подходит для решения конкретных задач в машиностроении.

Л и т е р а т у р а

1. Александров, В. М. Анализ использования порошков титана в мировой практике для получения компактов и пористых материалов / В. М. Александров, М. Л. Калиниченко // Сб. докл. 9-го Междунар. симп., Минск, 8–10 апр. 2015 г. – Минск, 2015. – Ч. 1. – С. 258–267.
2. Калиниченко, М. Л. Современные методы и технологии создания и обработки материалов / М. Л. Калиниченко, В. А. Калиниченко // Сб. науч. тр. X Междунар. науч.-техн. конф., Минск, 16–18 сент. 2015 г. – Минск : ФТИ, 2015. – Кн. 2. – С. 196–199.