

## НОВЫЕ СПЛАВЫ И СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ ПРИ ОБРАБОТКЕ ДАВЛЕНИЕМ ДЕТАЛЕЙ ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА

Кожевникова Г.В., Шукин В.Я., Дубенец С.С.  
Белорусский национальный технический университет  
Минск, Республика Беларусь

Снижение веса электромобиля может быть достигнуто за счет существенного повышения механических свойств поковок: предела прочности, ударной вязкости, усталостной выносливости, ресурса пластичности и износостойкости. Повышение качественных показателей поковок и снижение веса электромобилей приведет к повышению безопасности поездки на электромобиле, увеличению длины пробега электромобиля с одной зарядки, снижению себестоимости поездки, снижению затрат на ремонты, повышению конкурентоспособности отечественного электромобиля.

В качестве объектов исследования намечены два материала с высокими механическими свойствами: титановый сплав ВТ9 и чугун ADI. Оба материала применяются в мировой практике, но из-за относительно высокой стоимости в Республике Беларусь они почти не используются. Более того в литературных источниках отсутствуют данные по режимам их обработки методами давления. В автомобилестроении титан применяют в конструкциях клапанов, пружин, выхлопных систем, передаточных валов, болтов. Надежность деталей из титана была проверена в течение нескольких лет на гоночных автомобилях. Титановые сплавы по стойкости к коррозии превосходят самые стойкие из имеющихся медных, медно-никелевых сплавов и нержавеющей сталь в 10-20 раз. Благодаря этому свойству можно уменьшить толщину стенки трубы для более быстрой передачи тепла в теплообменных аппаратах. Титановые сплавы также применяются на объектах тепловой и атомной энергетики. По этой причине результаты предлагаемого проекта найдут применение также в иных отраслях белорусской промышленности.

Российскими учеными при растяжении и авторами при поперечно-клиновой прокатке титана ВТ9 получены зависимости относительного удлинения  $\delta$  и коэффициента роста пластичности  $n$  от скорости деформации  $\dot{\epsilon}$  [1]. Скорость деформации в российских экспериментах была в традиционном для сверхпластичности диапазоне:  $\dot{\epsilon} = 0,05 - 0,2 \text{ с}^{-1}$ . Скорость деформации в белорусских экспериментах была в новом повышенном диапазоне:  $\dot{\epsilon} = 0,95 - 2,07 \text{ с}^{-1}$ . В обоих случаях подтверждено известное положение, что снижение скорости деформации при сверхпластичности повышают пластические свойства металла. Белорусский эксперимент также впервые доказывает наличие эффекта сверхпластичности при высоких скоростях деформации, соответствующих

традиционным промышленным технологиям, в частности поперечно-клиновой прокатке (скорость движения ползуна стана 0,2 м/с).

Ограниченной деформируемости чугуна ADI относится к семейству закалённых чугунов. Он широко используется в мире. Термическая обработка с отпуском превращает чугун ADI в материал, имеющий превосходную прочность, жёсткость и стойкость к усталостному разрушению. ADI имеет более высокую удельную прочность, чем алюминий, и износостойкость выше, чем у стали. Прочность на растяжение и предел текучести вдвое превосходят соответствующие параметры обычного ковкого чугуна. Усталостная прочность выше на 50%, она также может быть увеличена дробеструйной обработкой или галтельной прокаткой. Чугун обладает и некоторыми уникальными, присущими только ему особенностями. Наличие графитных включений обеспечивает хорошие антифрикционные свойства, способность быстро гасить вибрации и резонансные колебания, малую чувствительность к надрезам, меньший, чем у стали, удельный вес, повышенную теплопроводность. Для автомобилестроения, на наш взгляд, крайне важны две характеристики чугуна: меньший удельный вес (из-за наличия графитных включений масса одной детали до 10 % меньше аналогичной стальной) и гораздо меньший уровень шума (доказано снижение уровня звукового давления только на одной паре шестерен из чугуна по сравнению со сталью до 2 дБА).

Пластическая деформация металлов и сплавов сопровождается изменением структуры металла, размеров зерен, геометрии границ зерен, ориентации зерен, плотности дислокаций в зависимости от параметров пластического течения: тензоров напряжений и деформаций, тензоров скорости деформации, их инвариантов, температурных полей, видов деформации, нелинейности накопления деформаций, условий трения на контакте заготовки с инструментом. Измененная структура металла определяет его качественные показатели: предел прочности, ударную вязкость, усталостную выносливость, ресурс пластичности, износостойкость, физические и химические характеристики. Научная идея исследования состоит в том, что качественные показатели поковки можно и должно регулироваться параметрами деформации. Улучшение качественных характеристик поковки позволит снизить размеры и вес деталей электромобилей и улучшить ряд его качественных показателей.

1. Кожевникова, Г.В. Деформирование поковок из жаропрочных и титановых сплавов в условиях сверхпластичности / Г.В. Кожевникова, В.Я. Щукин // Актуальные проблемы прочности: материалы междуна. международной научной конференции, Витебск, 25–29 мая 2020 г. / под ред. В.В. Рубаника. – Молодечно: Типография «Победа», 2020. – С. 270–272.