

## ТЕХНОЛОГИЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ И ЗАЩИТЫ ДЕТАЛЕЙ ОТ АБРАЗИВНО-УДАРНОГО ИЗНОСА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕКТРОДА ZELLER L61

Немогай Я. В., студент

Белорусский национальный технический университет  
Минск, Республика Беларусь

**Аннотация.** В горнодобывающей, строительной, сельскохозяйственной и перерабатывающей отраслях оборудование (ковши экскаваторов, зубья землеройных машин, ножи смесителей, шнеки) работает в условиях комбинированного воздействия: твердые абразивные частицы (песок, горная порода) вызывают интенсивное микрорезание поверхности, а периодические соударения создают нагрузки, способные привести к хрупкому скалыванию чрезмерно твердого, но вязкого материала.



Рис. 1. Варианты использования стали

Задача восстановления таких деталей требует решения диалектического противоречия: твердость vs. вязкость. Слишком твердый материал (например, чугунные наплавки) будет раскалываться от ударов. Слишком вязкий (низкоуглеродистая сталь) быстро стирается. Поэтому выбор сварочного материала и технологии является критическим.

Электрод ZELLER L61 позиционируется как оптимальное решение для условий сильного абразивного износа и средних ударов. Его эффективность обусловлена следующими характеристиками:

Назначение – наплавка износостойкого слоя на детали из углеродистых и низколегированных сталей, стального и марганцовистого литья (типа 110Г13Л).

Химический состав и структура наплавленного металла – электрод обеспечивает формирование наплавленного металла с высоким содержанием углерода и хрома. При правильной технологии формируется структура, представляющая собой карбиды хрома  $Cr_7C_3$  высокой твердости, распределенные в вязкой мартенситной матрице. Именно это сочетание обеспечивает ключевые свойства.

Механические свойства:

Твердость: 58-62 HRC (в состоянии после наплавки). Этого достаточно для сопротивления царапанью большинством абразивов.

Ударная вязкость: умеренные значения (определяемые матрицей) позволяют поглощать энергию удара без образования трещин.

Технологические преимущества: рутиловое покрытие обеспечивает стабильную дугу, легкое повторное зажигание, хорошее формирование валика и самоотделяющуюся шлаковую корку, что важно для многослойной наплавки. Электрод подходит для работы в различных пространственных положениях.

Для эффективной и качественной наплавки электродом L61 недостаточно обычного инвертора «для монтажа». Требуется профессиональное оборудование с широким диапазоном регулировок.

Рекомендуется использовать инверторные источники постоянного тока (DC) с цифровым управлением. Они обеспечивают высокую стабильность дуги, что критично для формирования однородного по структуре наплавленного слоя.

Требуемые характеристики:

Режим работы: DC+ (прямая полярность – деталь на «+»).

Диапазон тока: аппарат должен плавно регулировать ток в диапазоне 140–220А для электродов диаметром 4,0–5,0 мм.

Напряжение холостого хода ( $U_{хх}$ ): не менее 70В для уверенного зажигания дуги рутитовым электродом.

Продолжительность включения: минимум 60 % при максимальном токе. Наплавка – часто длительный процесс, аппарат не должен перегреваться.

Опционально, но желательно, наличие функции «антиприлипание» (Anti-Stick) и «горячий старт» (Hot Start), которые облегчают начало процесса.

Для предотвращения перегрева, коробления и отпуска (снижения твердости) основного металла и ранее наплавленных слоев обязательно применение водяного охлаждения. Используются либо стационарные камеры, либо гибкие шланги с распылителями.

Манипулятор или токарный станок используются для наплавки тел вращения (валов, роликов), использование вращателя значительно повышает качество (равномерность слоя) и производительность.

Средства подготовки и контроля – УШМ (болгарка) с зачистными и отрезными кругами для подготовки поверхности, термокарандаши для контроля температуры межпроходной, твердомер для проверки результата.

Пошаговая технология наплавки электродом ZELLER L61.

1. Подготовка детали:

Тщательная зачистка области износа до металлического блеска. Удаление всех дефектов (трещин, раковин) разделкой под углом  $\sim 90^\circ$ . Предварительный нагрев (при необходимости). Для крупногабаритных деталей из среднеуглеродистых сталей и литья рекомендуется нагрев до 150–250 °С для предотвращения холодных трещин.

2. Установка режимов сварки (пример для электрода  $\varnothing 4,0$  мм):

Сварочный ток: 160–180 А (постоянный, прямая полярность DC+). Напряжение дуги:  $\sim 24$ –28 В. Скорость наплавки: умеренная, без спешки, для обеспечения хорошего проплавления основы и формирования плотного слоя.

3. Техника выполнения:

Наплавку вести короткой дугой. Угол наклона электрода  $\sim 10$ –15° от вертикали в направлении наплавки. Валики укладывать с перекрытием на 1/3–1/2 ширины. Критически важно контролировать температуру. Максимальная температура детали между проходами не должна превышать 250–300 °С. Контроль «на руку» (если рука не терпит) или термокарандашом. При превышении – остановка и принудительное охлаждение до 50–60 °С.

4. Завершающий этап:

После наплавки детали из склонных к закалке сталей рекомендуется низкий отпуск при 200–250 °С в течение 1–2 часов. Это снимает остаточные напряжения в наплавленном слое в зоне термического влияния, несколько повышая его вязкость без значительной потери твердости. Электрод ZELLER L61, в сочетании с правильно подобранным и настроенным сварочным оборудованием, представляет собой надежное и экономически эффективное решение для восстановления деталей, работающих в условиях абразивно-ударного износа.

Применение данной методики позволяет значительно продлить ресурс дорогостоящих деталей машин, снизить простой оборудования и сократить затраты на ремонтный фонд предприятий.