

Е.И. БЕЛЬСКИЙ, М.В. СИТКЕВИЧ,
В.А. РОГОВ

ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ХОЛОДНОШТАМПОВОГО ИНСТРУМЕНТА

В процессе стойкостных испытаний исследовались матрицы и пуансоны, изготовленные из инструментальных сталей УГА, ХВГ, 7ХЗ, Х12Ф1 и 5ХЗВЗМФС. Режимы термической обработки обеспечивали твердость пуансона HRC 56-61, а матрицы - в пределах 54-58.

Повышенная стойкость рабочих органов штампов из сталей Х12Ф1, 5ХЗВЗМФС, 7ХЗ по сравнению с ХВГ и УГА объясняется наличием большого количества более твердых карбидов типа M_7C_3 , MC, повышенной легированностью Δ -твердого раствора, более высокой теплостойкостью.

С увеличением толщины обрабатываемого материала стойкость штампов резко повышается. Наблюдения за работой инструмента на разных стадиях износа показали, что обрабатываемый материал из стали 08 К1 толщиной до 1,5 мм способствует выходу из строя вырубного инструмента вследствие истирания; при толщине свыше 1,5 мм увеличивается износ за счет смятия и выкрашивания.

В результате оптимизации режимов термической обработки сталей типа Х12Ф1, 5ХЗВЗМФС можно повысить их износостойкость на 20-30%. Так, увеличение температуры закалки с 1040 до 1090°C для стали Х12Ф1 в сочетании с низким отпуском позволяет достигнуть максимального уровня твердости HRC 59-60, что способствует повышению износостойкости в условиях небольших динамических нагрузок. Данный режим обработки был апробирован на вытяжных штампах при обработке стали 08 К1 толщиной 3 мм. Стойкость при этом возросла на 30%.

Однако такой режим термической обработки нельзя рекомендовать для вырубных штампов из стали Х12Ф1, работающих со значительными динамическими нагрузками. Для них можно пред-

ложить следующий вид обработки: температура закалки - 1020°C , отпуска - 400°C , время отпуска - 2 ч (обрабатываемый материал сталь 20 толщиной 6 мм). Данный режим обработки обеспечивает HRC 55-57 и ударную вязкость α_H 4,5 кгс·м/см². При этом выход из строя пуансонов преимущественно за счет выкрашивания был устранен.

Большие возможности таятся в применении различных видов диффузионного упрочнения. При этом, по данным целого ряда исследователей, наиболее перспективным, особенно в случае таких преобладающих видов износа штампов как истирание, абразивное изнашивание, тепловое схватывание, является применение борирования. Однако широкое промышленное использование этого процесса для диффузионного упрочнения инструмента требует специального оборудования и оснастки. Эти недостатки в значительной степени могут быть устранены при использовании в качестве борлирующей среды специальных обмазок, обеспечивающих как диффузионное насыщение изделий, так и их защиту от окисления и обезуглероживания в условиях длительного высокотемпературного печного нагрева. Исследования, проведенные в Белорусском политехническом институте, позволили разработать такие обмазки, что дало возможность совмещать процесс нагрева и выдержки под закалку с борированием рабочих частей инструмента. При этом перед авторами стояла и другая немаловажная задача - расширить технологические возможности применения борированного инструмента, придав боридному слою целый ряд новых положительных черт (пониженная микрохрупкость, повышенные износостойкость и микротвердость). Следует отметить, что именно высокая хрупкость боридных покрытий не позволяет в полной мере использовать этот эффективный процесс химико-термической обработки для многих видов холоднштампового инструмента.

С целью улучшения свойств борированного слоя были проведены исследования по получению комплексных покрытий на основе боридов железа с присутствием одного из следующих элементов - титана, меди, вольфрама, алюминия, марганца и др.

Кинетика образования комплексных покрытий показала, что добавки к борлирующей смеси на основе карбида бора ком-

нонентов, обеспечивающих насыщение вторым элементом, в значительной мере изменяют толщину диффузионного слоя. Алюминий, марганец, как правило, увеличивают, медь, титан — уменьшают, а вольфрам незначительно влияет на кинетику образования слоя (см. рисунок). При этом увеличение количества различных легирующих добавок в составе обмазки не однозначно влияет на наличие соответствующих элементов в борированном слое. Так, при введении в состав обмазки 10% меди в диффузионном слое на стали УВА ее присутствует 0,8–0,9%, в то же время при таком же количестве алюминия в обмазке содержание его в слое увеличивается до 5,0%.

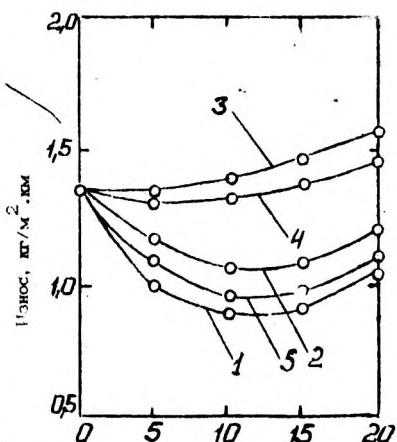
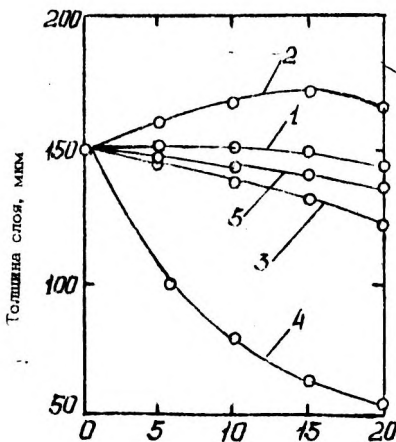
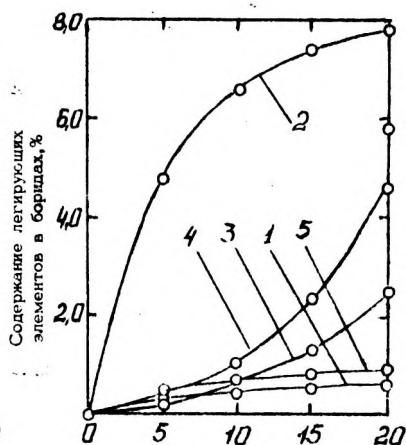
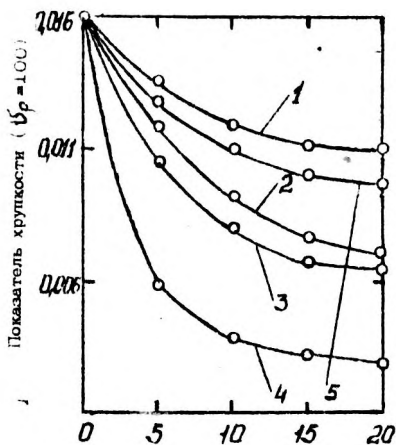
Присутствие легирующих элементов в борированном слое значительно влияет на его свойства. Так, исследования микрочрупкости, проведенные на приборе ПМТ-3, позволяли определить показатель хрупкости. При этом суммарный балл хрупкости определялся по 25–50 отпечаткам от алмазного индентора. Это позволило установить, что комплексное насыщение, как правило, снижает хрупкость борированного слоя. В наибольшей мере снижает этот показатель медь, далее располагаются алюминий, вольфрам, марганец.

В результате измерения микротвердости диффузионных покрытий установлено, что вольфрам, титан, марганец увеличивают, а медь, алюминий снижают твердость борированного слоя.

Насыщение стальной поверхности бором совместно с элементами подгруппы хрома приводит к повышению износостойкости диффузионно-упрочненных образцов в 1,3–1,6 раза по сравнению с борированием.

Исследование свойств комплексных покрытий на основе бора позволяет прогнозировать применение тех или иных видов упрочнения для конкретного вида холодноштампового инструмента. Так, например, для вытяжных и гибочных штампов, которые выходят из строя вследствие истирания, рекомендуются процессы борвольфрамирания, бортитанирования; для вырубных — боромеднения; для высадочных — бороалитирования.

Промышленные испытания вытяжных штампов после упрочнения бортитанированием и вырубных штампов после боромеднения показали, что стойкость увеличивается соответственно в восемь-десять и полтора-два раза.



Влияние содержания молибдена (1), пирофиллита (2), диборида циркония (3) меди (4), карбидов хрома (5) в борлирующей смеси на показатели диффузионного слоя стали УЗА (температура насыщения - 930°C , время - 4 ч)