



The reasons of formation and directions, in which the cracks can appear, are given and also the factors of micro-structure, determining the crack-resistance of drags, are considered.

Д. Г. САЧАВА, С. В. АНАНЬЕВА, РУП «БМЗ»

УДК 621.762

ТРЕЩИНОСТОЙКОСТЬ ВОЛОЧИЛЬНОГО ИНСТРУМЕНТА, ИЗГОТОВЛЕННОГО ИЗ ВОЛЬФРАМОВЫХ ТВЕРДЫХ СПЛАВОВ

Критерием эксплуатационных свойств волоочильного инструмента является стойкость его при волочении. Под стойкостью волоочильного инструмента подразумевается свойство волокнистой проволоки противостоять изменению формы, размеров и качества поверхности канала волок под действием протягиваемой проволоки.

Наиболее распространенными материалами для изготовления волоочильного инструмента являются твердые сплавы на основе карбида вольфрама. Они представляют собой порошковый металлургический композит, содержащий твердые частицы карбида вольфрама и прочный связующий металл Co или Ni.

Схема изготовления изделий из твердого сплава показана на рис. 1, а, микроструктура полученного твердого сплава – на рис. 2.

Анализ путей износа и разрушения волок может быть очень полезным, так как каждый из факторов – материал проволоки, материал волокнистой проволоки, смазка и т.д. может вызывать износ и разрушение волок своим особым образом. Однако необходимо отметить, что причинно-следственная связь не всегда однозначна и некоторые “улики” в волоках могут быть обманчивыми. Также несколько факторов могут работать одновременно, взаимно усиливая действие друг друга, и таким образом приводить к пута-



Рис. 1

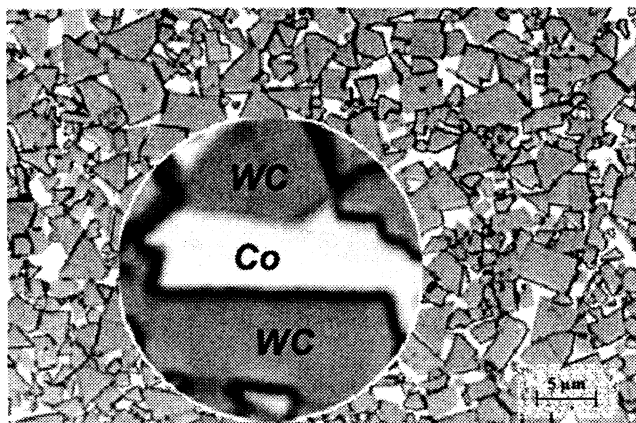


Рис. 2

нице. Более того, влияние одного фактора может перекрывать влияние других факторов и часто уменьшение одной проблемы может усугубить или стать причиной возникновения другой проблемы. В результате многие явления, которые мы наблюдаем в волоках, дают лишь направление дальнейших исследований, а не конкретное доказательство.

Чтобы понять причины образования трещин, проанализируем распределение нагрузки в канале волокна при волочении (рис. 3).

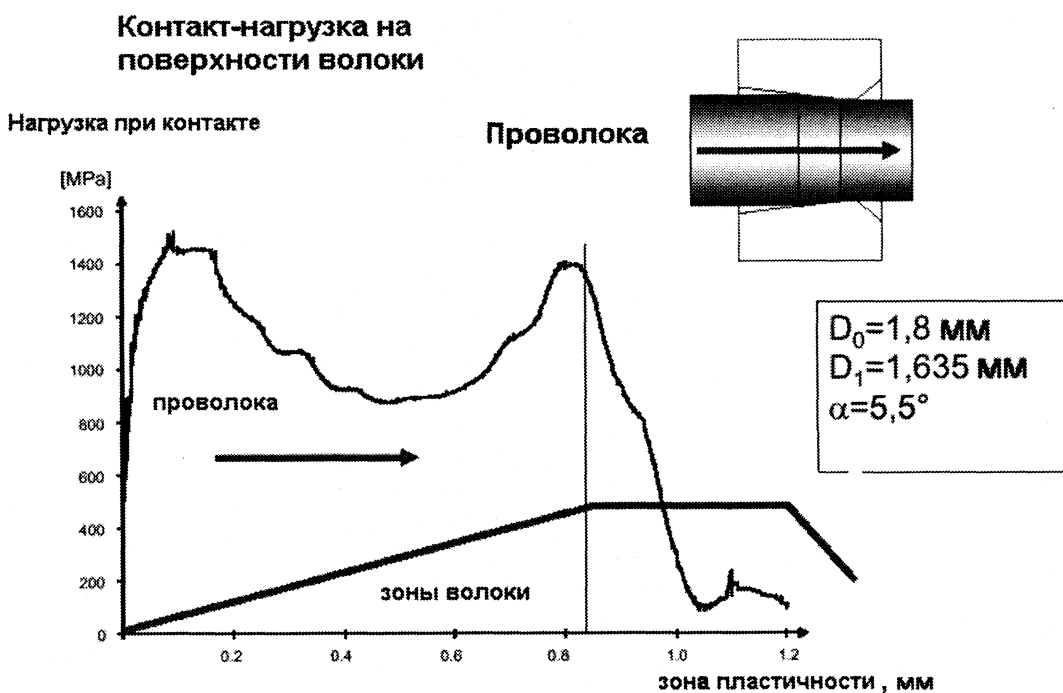


Рис. 3

Из рисунка видно, что наибольшая концентрация напряжений в канале волокна приходится на место начала деформации проволоки в рабочем угле и переход от рабочего угла в цилиндрическую часть волокна. Нагрузка приводит к образованию дефектов: кольца износа (рис. 4) и трещин (рис. 5).

Кольцо износа — это радиальная канавка, которая обычно развивается в волокне с самого начала ее эксплуатации. Кольцо имеется почти в каждой изношенной волоке. Образование его объясняется наличием мягкой кобальтовой фазы.

Трещина — это линейное нарушение сплошности твердого сплава в рабочей зоне волокна вдоль или поперек ее оси.

Трещиностойкость волочильного инструмента

Волоки для волочения изготавливают из очень хрупких материалов. Это значит, что они склонны к растрескиванию под действием терми-

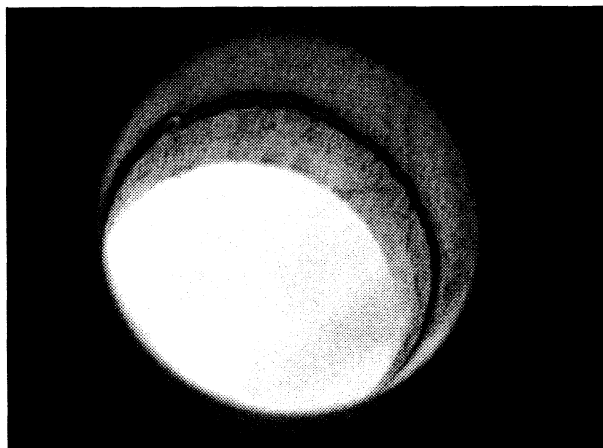


Рис. 4

ческих или механических ударов. Механический стресс воздействует в направлении волочения и поэтому провоцирует трещины лишь определенного типа. Однако тепловой удар менее опреде-

лим, поэтому он может вызывать разрушения (трещины) различных типов. Трещины, вызываемые перегревом, могут быть случайны как по размеру, так и направлению и обычно их множество. Такие трещины становятся концентраторами напряжений и тогда механические силы вызывают быстрый рост (развитие) трещин. Любое разрушение может быть инициировано или усугублено тепловым ударом, даже когда он по форме напоминает дефект, вызванный механическими проблемами. Трещины обычно идут к какому-либо краю волокна, имеют “зубчатость” границ и мелкие сколы вдоль краев. В случае, когда трещина заканчивается в пределах волокна, концы сходят на нет.

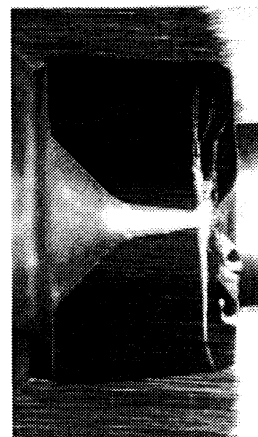


Рис. 5

Образование трещин

Некоторые направления, в которых могут возникать трещины, показаны на рис. 6 (*a* – продольные трещины; *b* – разрушение от растяжения; *в* – разрушение сдвигом; *г* – выкрашивание).

Рис. 6, *a* показывает, что мы увидим, если будем рассматривать волокно со стороны входа. Продольные трещины проходят вдоль оси волокна. Если хоть одна такая трещина обнаружена, то наличие по меньшей мере еще одной трещины можно предположить. Такие трещины возникают, когда сила, требуемая для деформации проволоки, больше, чем прочность материала волокна и ее оправы. Вероятность их появления возрастает с уменьшением рабочего угла, а также с ростом величины единичного обжатия.

Рис. 6, *b* показывает разрушение от растягивающих напряжений, т.е. то, что мы увидим, распилит волокно вдоль пополам. Разрушение от растяжения начинается с кольцевой трещины, которая, вероятнее всего, зарождается на “дне” кольца износа. В действительности, такие трещины трудноопределимы на ранней стадии развития из-за маскирующего эффекта кольца износа. Если такая трещина возникла, она развивается до полного разрушения волокна.

Рис. 6, *в* показывает разрушение при сдвиге. Оно подобно разрушению при растяжении, но имеет форму конуса. Его иногда называют “вырванная задняя часть”. Обычно это происходит из-за плохих условий волочения.

Рис. 6, *г* показывает выкрашивание выходной зоны волокна. Отличается от приведенных выше примеров тем, что этот дефект локализуется на пересечении цилиндрической части волокна и выходного конуса. Выкрашивание выходной зоны иногда вызывается включениями или сварными швами на проволоке. Оно также может быть вызвано неправильной геометрией выходного конуса. Острый угол в выходной части калибровочного цилиндра представляет собой слабый участок и легко скрывается.

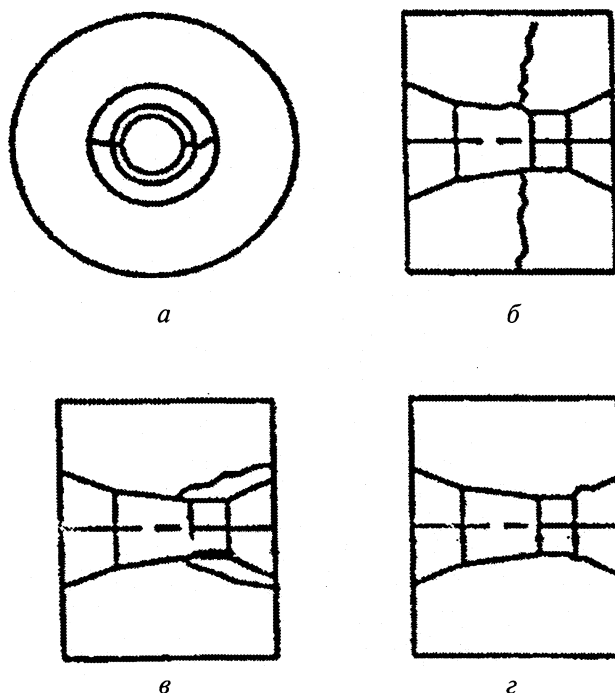


Рис. 6

Факторы микроструктуры, определяющие трещиностойкость волок

Основными показателями качества волоочильного инструмента, вытекающими из условий эксплуатации, являются износостойкость, трещиностойкость и прочность на разрыв.

Показатели качества цементированного карбида в зависимости от содержания Со и размера зерна WC приведены на рис. 7.

На рисунке представлено влияние трех основных свойств спеченного твердого сплава от процентного содержания кобальта и размера зерна карбида вольфрама. При высоком содержании кобальта и крупнозернистой структуре сплав обладает высоким сопротивлением к развитию продольных трещин. Уменьшение размера зерна карбида приведет к высокой поперечной прочности на разрыв. Мелкозернистый сплав с низким со-

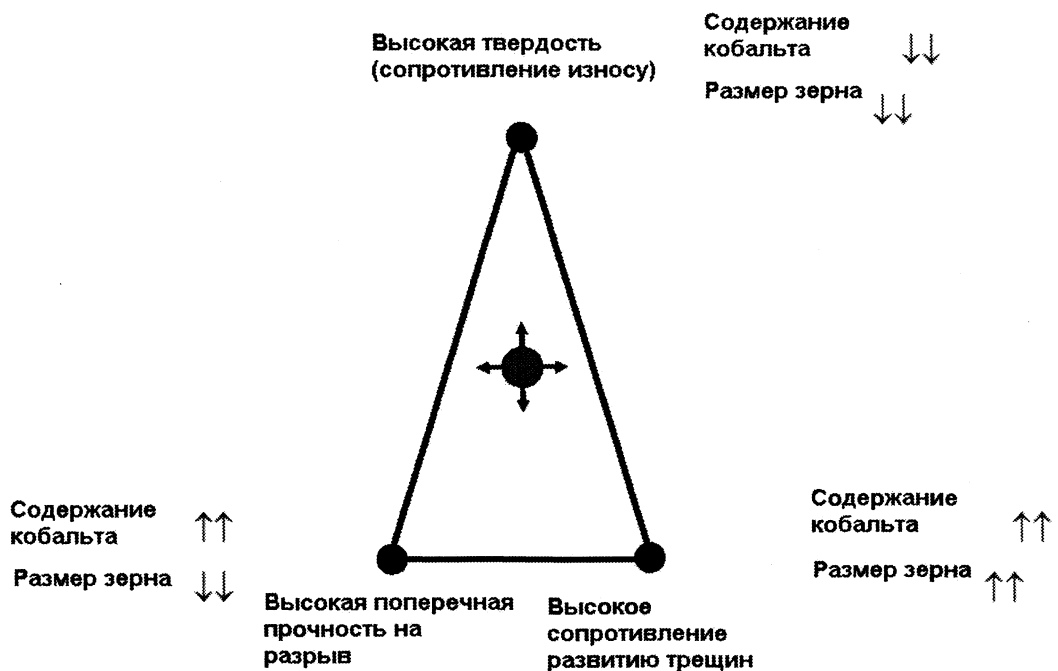


Рис. 7

держанием кобальта имеет высокую твердость (сопротивление износу).

На метизном производстве РУП “БМЗ” постоянно проводятся работы по подбору марок твердого сплава с оптимальным сочетанием высокого сопротивления развитию продольных трещин, износостойкости и поперечной прочности на разрыв.

Была проведена работа по испытанию волок, изготовленных из сплава TSM05, который имеет высокое содержание кобальта (4,8%) и мелкозернистую структуру (средняя величина зерна α -фазы – 0,7 мкм).

Волочение проводили под проволоку диаметром 0,30НТ, причем опытные были только первые семь волок.

Результаты работы свидетельствуют о том, что дефектность и износ волок первой группы, изготовленной из сплава TSM05, значительно ниже, чем из применяемых твердых сплавов. По результатам испытаний в СтПЦ-2 в волокнах из сплава TSM05 количество трещин в 4,4 раза ниже, чем в волокнах других сплавов. В волокнах из сплава TSM05, испытанных в СтПЦ-1, трещины отсутствовали, в то время как 38% серийных волок имели трещины. Количество серийных волок с трещинами в СтПЦ-1 и СтПЦ-2 одного уровня (38 и 44,9% соответственно). Волоки из сплава TSM05 отличались также пониженным износом по сравнению с волокнами из применяемых

сплавов. Так, в СтПЦ-2 количество волок из сплава TSM05 с “кольцом износа” в 1,7 раза ниже, чем из применяемых на БМЗ. По данным испытаний волок, в СтПЦ-1 эта разница еще заметнее. Только на 1% волок из сплава TSM05 выявлено кольцо износа (на первых волокнах по маршруту волочения), в то время как на серийных – 42,9% таких же волок и еще 9,5% с грубым кольцом износа.

На рис. 8 приведены обобщенные данные по количеству волок с трещинами в зависимости от марки твердого сплава.

Распределение трещин по сплавам

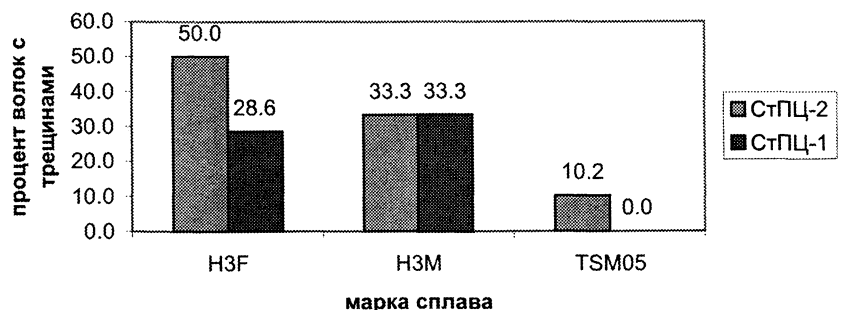


Рис. 8

Выводы

1. Проведены испытания волок, изготовленных из сплава TSM05.
2. Контроль качества поверхности рабочего канала волок после эксплуатации показал, что в волокнах из сплава TSM05 количество неустранимых дефектов (трещин) меньше, чем в волокнах

из применяемых твердых сплавов. Причем на сплаве TSM05 трещины выявлены только в первых волокнах по маршруту волочения, условия эксплуатации которых наиболее неблагоприятные.

3. Повышенная трещиностойкость волокон из сплава TSM05 объясняется более высоким содержанием кобальта в этом сплаве по сравнению с применяемыми на БМЗ твердыми сплавами.

4. Высокая износостойкость волокон из сплава TSM05 обеспечивается за счет легирования твердого сплава карбидами Ti, Nb, Ta.

Литература

1. Клячко Л.И., Фальковский В.А., Хохлов А.М. Твердые сплавы на основе карбида вольфрама с тонкодисперсной структурой. М.: ГУП Издательский дом "Руда и металлы", 1999.
2. Романова Н.И., Чекулаев П.Г., Дусев В.И. и др. Металлокерамические твердые сплавы. М.: Metallurgia, 1970.
3. Третьяков В.И. Основы металловедения и технологии производства спеченных твердых сплавов. М.: Metallurgia, 1976.
4. Юхвевц И.А. Волоочильное производство. М.: Metallurgia, 1965.