

*Капаров С.А., Жолдошов Б.М.*

**ЖОГОРКУ ЫЛДАМДЫКТАГЫ БОЛОТ КУРАЛДАРЫНЫН КАРБИДДИК  
АР ТҮРДҮҮЛҮГҮН ӨЗГӨРТҮҮНҮН КЭЭ БИР ӨЗГӨЧӨЛҮКТӨРҮ**

*Капаров С.А., Жолдошов Б.М.*

**НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ КАРБИДНОЙ  
НЕОДНОРОДНОСТИ ИНСТРУМЕНТОВ ИЗ БЫСТРОРЕЖУЩЕЙ СТАЛИ**

*S. Kaparov, B. Zholdoshov*

**SOME FEATURES OF CHANGING THE CARBIDE HETEROGENEITY  
OF HIGH-SPEED STEEL TOOLS**

УДК: 669.14.018.252

Илимий изилдөөдө, диаметри 26 ммге чейинки акыркы инструменттин жумушчу профиліндеги карбиддердин бир тектүү эместигинин өзгөрүү даражасы, баштапкы балдары боюнча айырмаланган прокаттуу жана куюлган куймалардан ар кандай деңгээлдеги орто жана жергиликтүү деформациялар менен жасалган. Алардын карбидинин бир тексиздиги далилденди. Сунуш кылынган ыкма ысык экструзия учурунда карбиддердин кайра бөлүштүрүлүшүнүн кинетикасын байкоого мүмкүндүк берет, анткени бир даярдалган материалда окшош жылуулук иштетүү режимдеринен кийин баштапкы жана деформациялык структурасы бар секция бар. P18, P6M5 жана P6M4F2 маркасындагы жогорку ылдамдыктагы болоттун (ысык прокат) жана X5M6F2 болотунун (куйма куймалардын) калдыктарынан экструцияланган үч жана төрт тилкелүү M12 жана M16 крандарынын жана диаметри 22 мм бургучтардын даярдалган тетиктери изилденген. Пресс-калдыктын деформацияланбаган участогунда узундугу 12ден 16 ммге чейин болгон, бул бир дайындамадагы баштапкы абалдагы карбиддин бир тектүү эместигинин баллын жана анын экструзиялык жасалгасынын ар кандай зоналарындагы өзгөрүүнүн жергиликтүү деформациялардын таралуу деңгээлин аныктоого мүмкүндүк берет.

**Негизги сөздөр:** дайындама, карбид, гетерогендүүлүк, чыдамкайлык, деформация даражасы, экструзия, баалоо, режим.

В научном исследовании обосновательно изучены степени изменения карбидной неоднородности в рабочем профиле концевой инструмента диаметром до 26 мм, изготовленного с различными степенями средних и локальных деформаций из проката и литых затравок, которые отличались исходными баллами своей карбидной неоднородности. Предложенный метод дает возможность наблюдать за кинетикой перераспределения карбидов в процессе горячего выдавливания, так как на одной заготовке имеется участок с исходной и деформационной структурой после схожих режимах термической обработки. Исследованы заготовки трех и четырехперых метчиков M12 и M16 и сверл диаметром 22 мм, выдавленные с пресс-остатков из быстрорежущих сталей марок P18, P6M5 и P6M4F2 (прутки горчекатанные) и стали X5M6F2 (литые прутки). У недеформированного участка пресс-остатка длина составляла от 12 до 16 мм, что позволяет на одной заготовке можно определить балл карбидной неоднородности в исходном состоянии и его изменение в различных зонах выдавленной заготовки в зависимости от уровня распределения локальных деформаций.

**Ключевые слова:** заготовка, карбид, неоднородность, стойкость, степени деформации, выдавливание, оценка, режим.

*In a scientific study, the degree of change in carbide inhomogeneity in the working profile of an end tool with a diameter of up to 26 mm, made with different degrees of medium and local deformations from procaine and cast ingots, which differed in the initial scores of their carbide inhomogeneity, was substantiated. The proposed method makes it possible to observe the kinetics of redistribution of carbides during hot extrusion, since one work piece has a section with an initial and deformation structure after similar heat treatment modes. Work pieces of three and four-bladed taps M12 and M16 and drills with a diameter of 22 mm extruded from press residues from high-speed steel grades R18, R6M5 and R6M4F2 (hot-rolled bars) and Kh5M6F2 steel (cast bars) were studied. At the unreformed section of the press-residue, the length was from 12 to 16 mm, which makes it possible to determine the score of carbide inhomogeneity in the initial state on one work piece and its change in different zones of the extruded work piece depending on the level of distribution of local deformations.*

**Key words:** work piece, carbide, heterogeneity, durability, degree of deformation, extrusion, evaluation, mode.

Повышение стойкости инструментов, а, следовательно, и улучшение качество быстрорежущих сталей обеспечиваются уменьшением размеров карбидов и карбидной неоднородности.

В металлургических переделах для уменьшения карбидной неоднородности быстрорежущих сталей используют ускоренное охлаждение, модифицирование, регулирование сечения и размеров слитка, а также применяют режимы обработки давлением с целью увеличения степени деформации [1,2].

Широкое применение в последнее время получают изготовление профильных заготовок инструмента методами пластической деформации, к примеру горячее выдавливание карбидной неоднородности на 2-4 балла наблюдается только при степени деформации  $\epsilon = 75-85\%$ , а при 65% карбидная неоднородность снижается на один балл [3], а также рассмотрено воздействие различных вариантов ускоренного отжига подробно [4].

Заметное уменьшение карбидной неоднородности проявляются при степенях деформации  $>70\%$  и высоком балле (5-6) карбидной неоднородности заготовок.

Однако в литературе нет данных или мало информаций об применении карбидной неоднородности по сечению профиля инструмента при выдавлива-

нии заготовок с низким исходным баллом карбидной неоднородности.

В настоящей работе изучены изменения карбидной неоднородности в рабочем профиле концевой инструмента диаметром до 26 мм, изготовленного с различными степенями локальных и средних деформаций из литых заготовок и проката, которые отличались исходными баллами карбидной неоднородности.

Исследовали заготовки трех и четырехперых метчиков M12 и M16 и сверл диаметром 22 мм, выдавленные с пресс-остатков из быстрорежущих сталей P18, P6M5 и P6M4Ф2 (прутки горчекатанные) и стали X5M6Ф2 (литые прутки). У недеформированного участка пресс-остатка длина составляла 12-16 мм, что позволяет на одной заготовке определить балл карбидной неоднородности в исходном состоянии и его изменение в различных зонах выдавленной заготовки в зависимости от распределения локальных деформаций.

Указанная методика дает возможность наблюдать за кинетикой перераспределения карбидов в процессе горячего выдавливания, так как на одной заготовке имеется участок с исходной и деформационной структурой после схожей термической обработки.

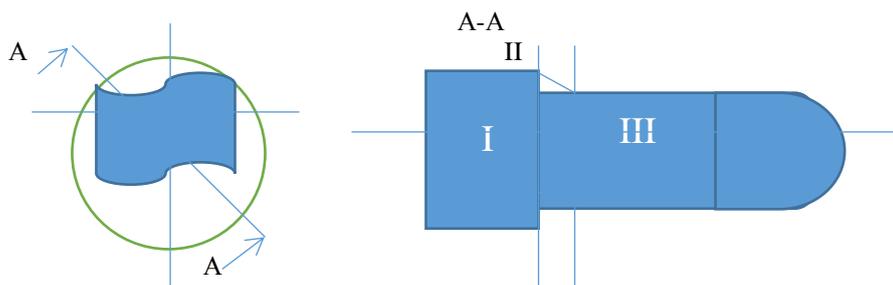
В индукторе нагревали заготовки до 1000-1060°C и выдавливали на кривошипном прессе. После деформации охлаждали на воздухе и в масле, и затем отпускали при 650 °C чтобы получить трооститную структуру. Проводили выдавливание при различных

средних степенях деформации:  $\epsilon=53\%$ , 70-75% и 81-84%, используемых для получения концевой режущего инструмента. В процессе выдавливания отмеченные средние степени деформации не отражали распределения деформации по сечению при сложной конфигурации заготовок, поэтому методом координатных сеток выявлены величины локальных деформаций в поперечных и продольных сечениях. Например определено, что при  $\epsilon=53\%$ , максимальная степень деформации во впадине пера метчика достигает 72%, а минимальная на вершине около 20%. Для оценки влияния балла карбидной неоднородности исходной заготовки выдавливание метчиков проводили образцов различных диаметров: 30 мм ( $\epsilon=83\%$ ), 25 мм ( $\epsilon=72\%$ ), и 18 мм ( $\epsilon=53\%$ ).

Изучали карбидную неоднородность в продольных сечениях, проходящих через впадину или вершину пера по всей длине заготовки, на микроскопе марки «Neophot-2» при увеличении  $\times 100$  и оценивали в соответствии с ГОСТ 19265-83.

Выявление общего изменения карбидной неоднородности, и изучения возможного уменьшения размеров карбидов проведено исследование также при увеличениях  $\times 60$ ,  $\times 500$  и  $\times 1000$ .

Установлены три зоны в исследуемых сечениях выдавленного инструмента (рис.1) с различными распределениями карбидов: *I* – это недеформированный участок, *II* – деформационный очаг, *III* – выдавленный профиль.



**Рис. 1.** Схема метчика с различным распределением карбидов после выдавливания:  
*I* – недеформированный участок; *II* – деформационный очаг; *III* – выдавленный профиль.

*I-зона.* Карбидную неоднородность метчиков из быстрорежущей стали P6M5 и P6M4Ф2 зависит от диаметра исходной заготовки: в районе центра заготовок диаметром 30 мм балл карбидной неоднородности 3-4, 25 и 18 – 2-3 (рис. 2 а, е); на 1/2 радиуса заготовок диаметром 30 мм – 2-3, 25 и 18-2. От края метчика на расстоянии от 2 до 5 мм независимо от диаметра исходной заготовки наблюдается карбидную неоднородность  $\leq 1$  балла (рис. 2, б, ж).

Образцы из быстрорежущей стали P18 получены из прутка диаметром 100 мм точением, поэтому карбидную неоднородность по всему сечению показывала 7-8 баллов.

*II-зона.* В деформационном очаге наблюдалась перестройка карбидных строчек. Карбидные строчки в начале зоны изменяют свое направление, не разрушаясь, и в центральной зоне области они разбиваются на отдельные короткие участки, вытянутые в направлении максимальной деформации, и концентрируются, образуя скопления (рис. 2 в, з). Карбидные строчки, как правило, на вершине образуемого пера, не прерываются, их направление соответствует направлению течения металла.

*III-зона.* В центральной области заготовки, в выдавленном профиле наблюдаются заново образованные карбидные строчки, которые по-своему харак-

теру отличаются от исходных: они прямые, более тонкие, чем в исходной структуре, и чаще расположены (рис. 2, з, и). Чем выше степень деформации, тем сильнее наблюдается это различие. Поэтому при выдавливании метчиков из сталей Р6М5 и Р6М4Ф2 со степенью деформации  $\varepsilon = (72-83\%)$  в центральных областях карбидной неоднородности снижается на 0,5-1 балл, а при выдавливании сверл – в районе перемычки на 1-2 балла.

У выдавленных метчиков в приповерхностных слоях карбидная неоднородность соответствует баллу 1, а в выдавленном сверле строчечности на ленточке в продольном сечении не наблюдается (рис. 2, к).

Выдавливание метчиков со степенью деформации 51-55% из стали Р6М5 и Р6М4Ф2 с исходным баллом карбидной неоднородности 2-3 не изменяет карбидную неоднородность по всему профилю. При изготовлении метчиков из быстрорежущей стали Р18 с исходным высоким баллом карбидной неоднородности (7-8) в центральной части и на вершине пера при  $\varepsilon=83\%$  карбидную неоднородность снижается на 2-3 балла, во впадине пера ледебуритная эвтектика полностью разбивается и образуется полосчатость 3-4 балла.

Вследствие незначительных локальных деформаций, в зоне переднего торца инструмента (до 5 мм), обусловленных отсутствием осевого подпора в начальный момент выдавливания, при всех средних степенях деформации балл карбидной неоднородности остается неизменным и соответствует баллу карбидной неоднородности центральной зоны исходной заготовки.

Во всех степенях деформации при выдавливании инструмента из стали Р6М5 изменения размеров карбидов на обнаружилось.

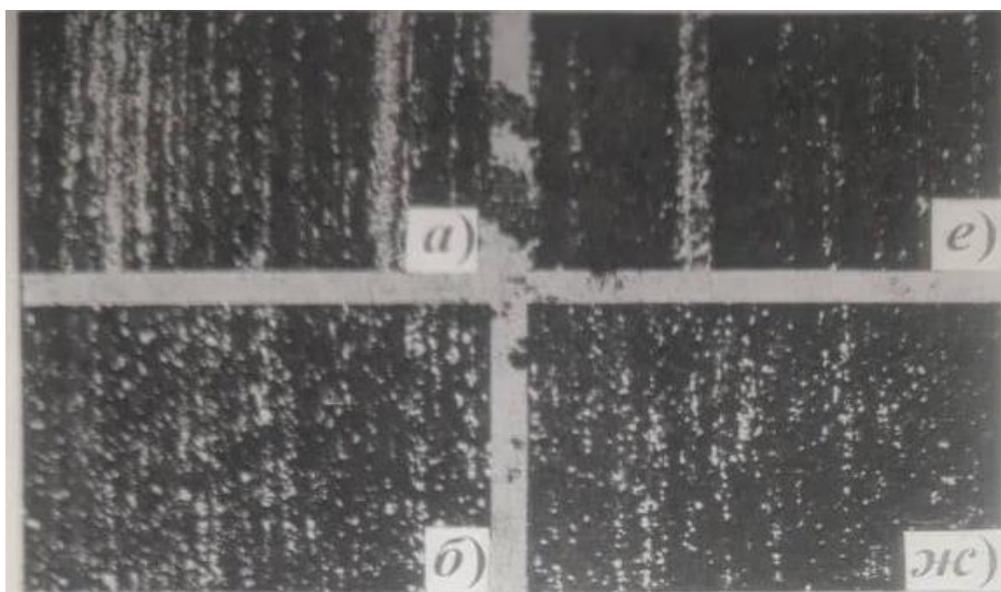
При выдавливании метчиков с  $\varepsilon=83\%$  из образцов из быстрорежущей стали Р18 с высоким показателем балла карбидной неоднородности наблюдается разрушение отдельных крупных карбидов в зоне высоких локальных деформаций в сторону максимальных сдвиговых напряжений.

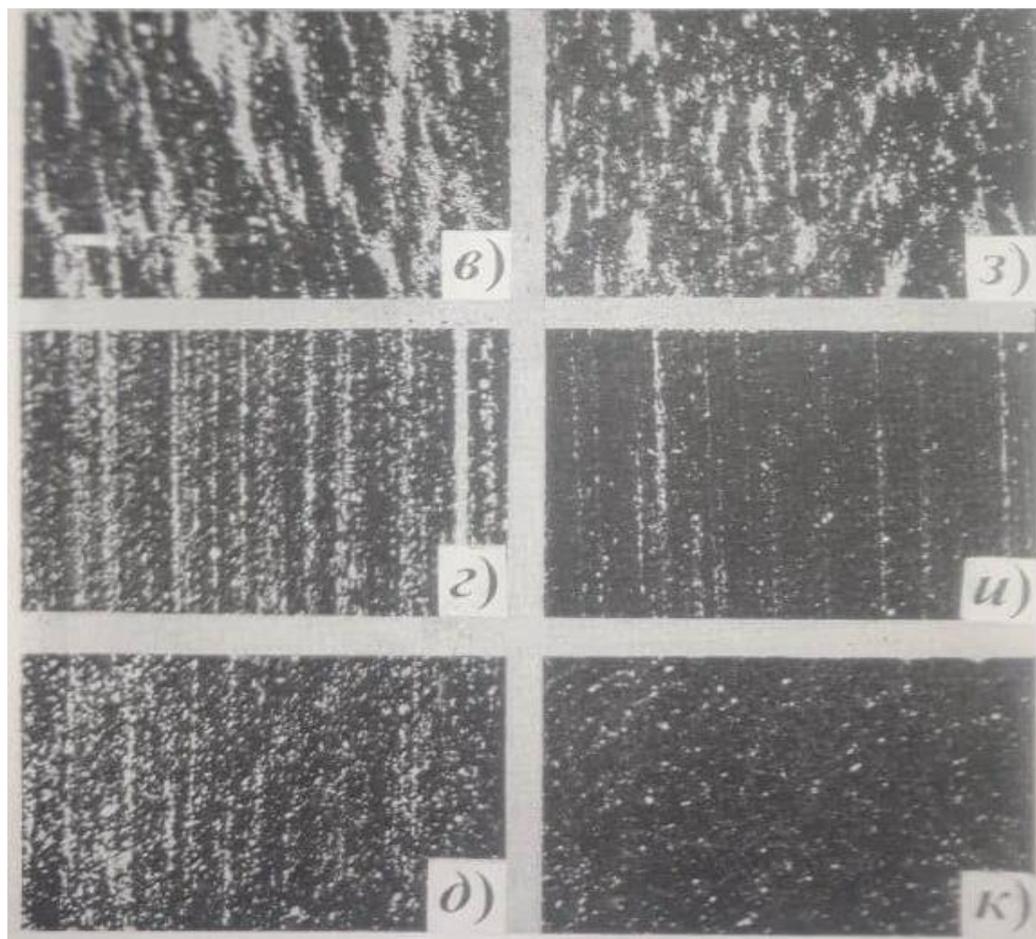
Из литой стали Х5М6Ф2 в исходной заготовке в продольном сечении расположены карбиды в виде тонкой неразорванной карбидной сетки с участками ледебуритной эвтектики.

В профиле метчика после выдавливания с  $\varepsilon=83\%$ , так же как и при выдавливании горячекатаных заготовок, происходило изменение карбидной неоднородности в соответствии с изменением локальных деформаций по сечению и по длине заготовки.

Происходит в зоне впадины полное разрушение карбидной сетки с зарождением карбидной полосчатости 2-3 балла. На вершине пера и в центре образца при выдавливании карбидная сетка разбивается и располагается в направлении деформации, но, однако здесь еще сохраняются отдельные участки разорванной сетки; имеются в районе переднего торца участки с неразрушенной карбидной сеткой.

Полученные результаты этого научного исследования могут быть применены для дальнейшего прогнозирования возможного изменения карбидной неоднородности при изготовлении концевых инструмента горячим выдавливанием, когда известны характер и величина изменения локальных деформаций, а также балл карбидной неоднородности исходных заготовок.





#### Выводы:

- по сечению и по длине выдавленной заготовки балл карбидной неоднородности изменяется в соответствии с изменением локальных деформаций, в свою очередь, которые зависят от общей степени деформации, профиля инструмента и других влияющих факторов;

- при горячем выдавливании заготовок инструмента изменение карбидной неоднородности из быстрорежущих сталей тем значительнее, чем выше степень деформации и балл карбидной неоднородности исходной заготовки;

- при горячем выдавливании заготовок из быстрорежущей стали Р18 карбиды в принятом диапазоне степеней деформации не изменяют своих размеров, но на участках высоких локальных деформаций все же наблюдается дробление крупных карбидов (15-20 мкм);

- при горячем выдавливании литых заготовок наблюдается наиболее значительные изменения кар-

бидной неоднородности, а также заготовок с высоким исходным баллом карбидной неоднородности (~ более 5).

#### Литература:

1. Мыскова А.П., Самохвалова О.А. Металлографическое исследование быстрорежущих сталей после горячего гидродинамического выдавливания. - В сб. тезисов докладов науч.-техн. конф: Применение горячего гидродинамического выдавливания для изготовления режущего инструмента. Куйбышев, НТО Машпром, 1986. - С.21.
2. Северденко В.П., Суходрев Э.Ш. Горячее гидродинамическое выдавливание режущего инструмента. - М.: «Наука», 1989. - 125 с.
3. Маматкадырова Б.М., Жолдошов Б.М., Капаров С.А. Фазовое превращение в быстрорежущих сталях. / Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана Научно-технический журнал. - Бишкек, №12. - 2020. - С. 17-21.
4. Жолдошов Б.М., Муратов В.С., Кенис М.С. Ускоренный отжиг поковок из быстрорежущих сталей. Вестник Самарского государственного технического университета, №1(29) - 2011, Самара, - С.145-151, РФ.