

*Маматкадырова Б.М.*ТЕЗ КЕСҮҮЧҮ БОЛОТТОРДУН ТЕХНОЛОГИЯЛЫК
ЖАНА МЕХАНИКАЛЫК КАСИЕТТЕРИ*Маматкадырова Б.М.*ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА
БЫСТРОРЕЖУЩИХ СТАЛЕЙ*B. Mamatkadyrova*TECHNOLOGICAL AND MECHANICAL PROPERTIES
OF HIGH-SPEED STEELS

УДК: 669.14.018

Каралып жаткан изилдөөдө жогорку ылдамдыкта куюлган кесүүчү станоктордун жогорку температурадагы пластикалуулугу жана деформацияга туруктуулугу төмөн вольфрамдын курамына салыштырмалуу аныкталган. Ысык буралоонун эксперименталдык эксперименттеринин негизинде α бурма бурчтары аныкталды, мында үлгүлөрдү жок кылуу процесси баиталат. Сыноочу үлгүлөрдүн ысык прокаталанышы жараканын пайда болушу байкалган деформациянын критикалык деңгээлин аныктоого мүмкүндүк берет. Диаметри 6 мм жана узундугу 36 мм болгон стандарттуу үлгүлөр боюнча буралма жана созуу сыноолору жүргүзүлгөн. Үлгүлөрдү ысык узатуу учурунда салыштырмалуу узартуу δ жана салыштырмалуу таруу ψ , ошондой эле чыныгы жарылуу чыңалуусу S жана σ_u эң жогорку бекемдик деңгээли аныкталган. Изилденген жогорку ылдамдыктагы болоттордун куймаларында диаметри 120 мм жана узундугу 500 мм, 12 мм жана ички катмары 30 мм калыңдыгы механикалык жол менен алынган ташталды. Ошентип, алынган түтүкчөлүү дөңгөлөк огу боюнча төрт бурчтуу тилкелерге кесилип, андан изилденип жаткан үлгүлөр жасалган. Жүргүзүлгөн эксперименталдык эксперименттердин негизинде максималдуу пластикалуулуктун температуралык диапазонун орнотууга жана изилденип жаткан жогорку ылдамдыктагы болоттордун ысык деформациясынын оптималдуу режимин негиздөөгө болот.

Негизги сөздөр: жогорку ылдамдыктагы болоттор, механикалык, технологиялык, касиеттери, жыйрылышы, узартылышы, бекемдиги, жарылуу.

В рассматриваемом исследовании определены пластичность и сопротивление деформации при высоких температурах литых быстрорежущих сравнительно с пониженным содержанием вольфрама. На основе экспериментальных опытов на горячее кручение определены углы закручивания α , при которых начинается процесс разрушения образцов. Проведенная горячая прокатка исследуемых образцов позволяет установить критические уровни деформации, при которых наблюдается начало образования трещины. На кручение и растяжение испытания проводили на стандартных образцах диаметром 6 мм и длиной 36 мм. При горячем растяжении образцов определены относительное удлинение δ и относительное сужение ψ , а также истинное напряжение разрыва S и уровень предела прочности σ_u . В слитках исследуемых быстрорежущих сталей диаметром 120 мм и длиной 500 мм механическим способом удалены 12 мм и внутренней слой толщиной 30 мм. Таким образом, полученную заготовку трубчатую разрезали вдоль оси на прутки квадратного сечения, из которых изготовлены исследуемые образцы. На основании выполненных экспериментальных опытов можно установить

температурный интервал максимальной пластичности и обосновать оптимальный режим горячей деформации исследованных быстрорежущих сталей.

Ключевые слова: быстрорежущие стали, механические, технологические, свойства, сужение, удлинение, прочность, разрыв.

In the study under consideration, the plasticity and resistance to deformation at high temperatures of cast high-speed cutting machines were determined in comparison with a low tungsten content. On the basis of experimental experiments on hot torsion, the angles of twist α were determined, at which the process of destruction of the samples begins. The hot rolling of the test specimens makes it possible to establish the critical levels of deformation at which the onset of crack formation is observed. Torsional and tensile tests were carried out on standard samples with a diameter of 6 mm and a length of 36 mm. At hot stretching of the samples, the relative elongation δ and relative narrowing ψ , as well as the true rupture stress S and the level of ultimate strength σ_u were determined. In the ingots of the studied high-speed steels with a diameter of 120 mm and a length of 500 mm, 12 mm and an inner layer 30 mm thick were mechanically removed. Thus, the resulting tubular billet was cut along the axis into bars of square section, from which the samples under study were made. On the basis of the performed experimental experiments, it is possible to establish the temperature range of maximum plasticity and substantiate the optimal mode of hot deformation of the studied high-speed steels.

Key words: high-speed steels, mechanical, technological, properties, contraction, elongation, strength, rupture.

Научные труды посвященные к изучению технологических и механических свойств быстрорежущих сталей при различных температурах относятся исследования деформированных [1,2] и в малой степени – литых сталей [3,4].

Обычно литые стали имеют пониженные пластичности, в связи с этим для правильного отбора оптимальных режимов термообработки горячей пластической деформации слитков и образцов имеет изучение технологических и механических свойств литых быстрорежущих сталей.

В настоящей научной работе исследованы сопротивление деформации и пластичность при высоких температурах литых быстрорежущих сталей с пониженным содержанием вольфрама (табл.1).

Таблица 1

Химический состав элементов

№ стали	Концентрация элементов					
	C	W	V	Mo	Cr	Mn
1	1,09	4,73	2,61	7,36	5,28	0,41
2	1,06	5,31	2,14	5,17	4,84	0,35
3	0,88	8,01	2,26	5,00	5,22	0,30
4	0,92	7,77	1,97	4,67	5,74	0,35
P6M5	0,85	6,11	1,96	5,26	4,11	0,33

Определены при горячем растяжении образцов относительное сужение ψ и относительное удлинение δ , а также уровень предела прочности σ_b и истинное напряжение разрыва S .

На основе испытания на горячее кручение определены углы закручивания α , при которых начинается процесс разрушения образцов. Горячая прокатка исследуемых образцов позволяет установить критические уровни деформации, при которых наблюдается начало образования трещины.

Испытания на кручение и растяжение проводили на стандартных образцах диаметром 6 мм и длиной 36 мм.

В слитках исследуемых быстрорежущих сталей диаметром 120 мм и длиной 500 мм механическим способом удалены 12 мм и внутренней слой толщиной 30 мм. Таким образом, полученную заготовку трубчатую разрезали вдоль оси на прутки квадратного сечения, из которых изготовлены исследуемые образцы.

Осуществлено растяжение на испытательной машине усилием 2600 кгс со скоростью 20 мм/мин.

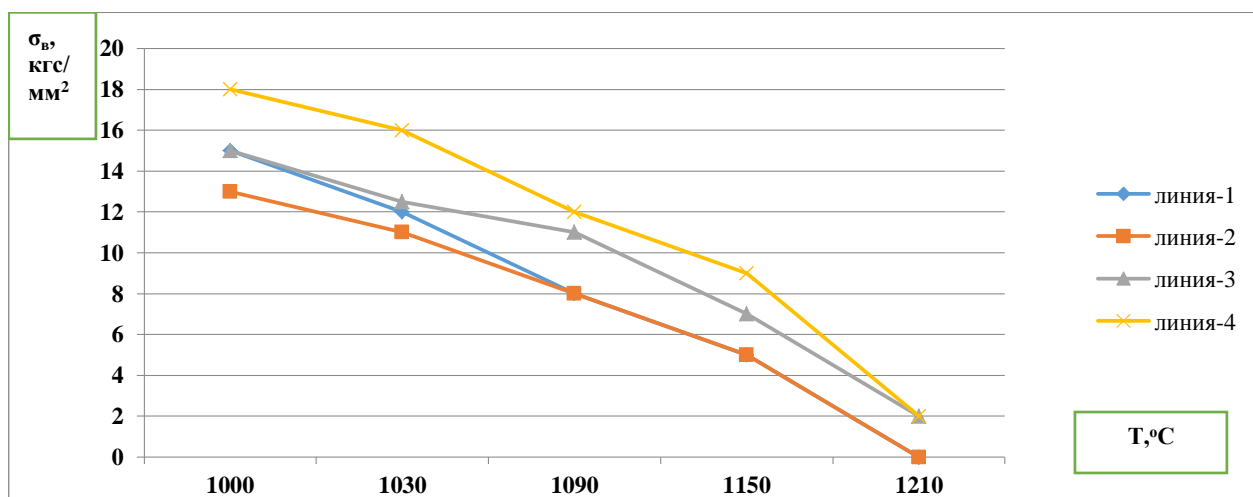
Одновременно производилась запись индикаторных диаграмм «усилие – деформация», а также кручение исследуемых образцов проведены на машине МК-50 со скоростью вращения шпинделя 1 оборот в мин. Применены для прокатки образцы клиновидные образцы шириной 30 мм и длиной 160 мм. Высота торцов клина образца равнялась 2 мм и 10 мм.

Прокатывали образцы в вальках диаметром 40 мм лабораторного стана с линейной скоростью 0,24 м/с, а также процесс прокатки осуществлялась за один проход. У клиновидных образцов максимальная степень деформации не превышала 65%.

Исследуемые образцы при растяжении, прокатки и кручении нагревали в специально изготовленных печах электросопротивления, которая позволяет выдерживать температуру по всей длине исследуемых образцов. Время выдержки испытуемых образцов при кручении и растяжении 945-1095 °C составляло 12,6 мин, выше 1100 °C - 10 мин. Перед прокаткой время выдержки образцов до 1130 °C составляло 15 мин, до 1140-1650 °C - 13,5 мин и выше 12 мин.

Вышеуказанные режимы термообработки обеспечивали образование малого количества окалины на образцах. В используемых печах температуру регулировали платино-платинорадиевой термопарой и электрическим потенциометром ЭПД-15, чтобы снизить теплоотдачи нагретых образцов прокатывали из листового асбеста толщиной 1 мм.

При переносе из печи в область прокатки происходит охлаждение образцов, которое компенсировали небольшим перегревом. На рисунке 1 показано влияние температуры нагрева образцов на механические и технологические свойства исследуемых образцов при испытании на растяжение.



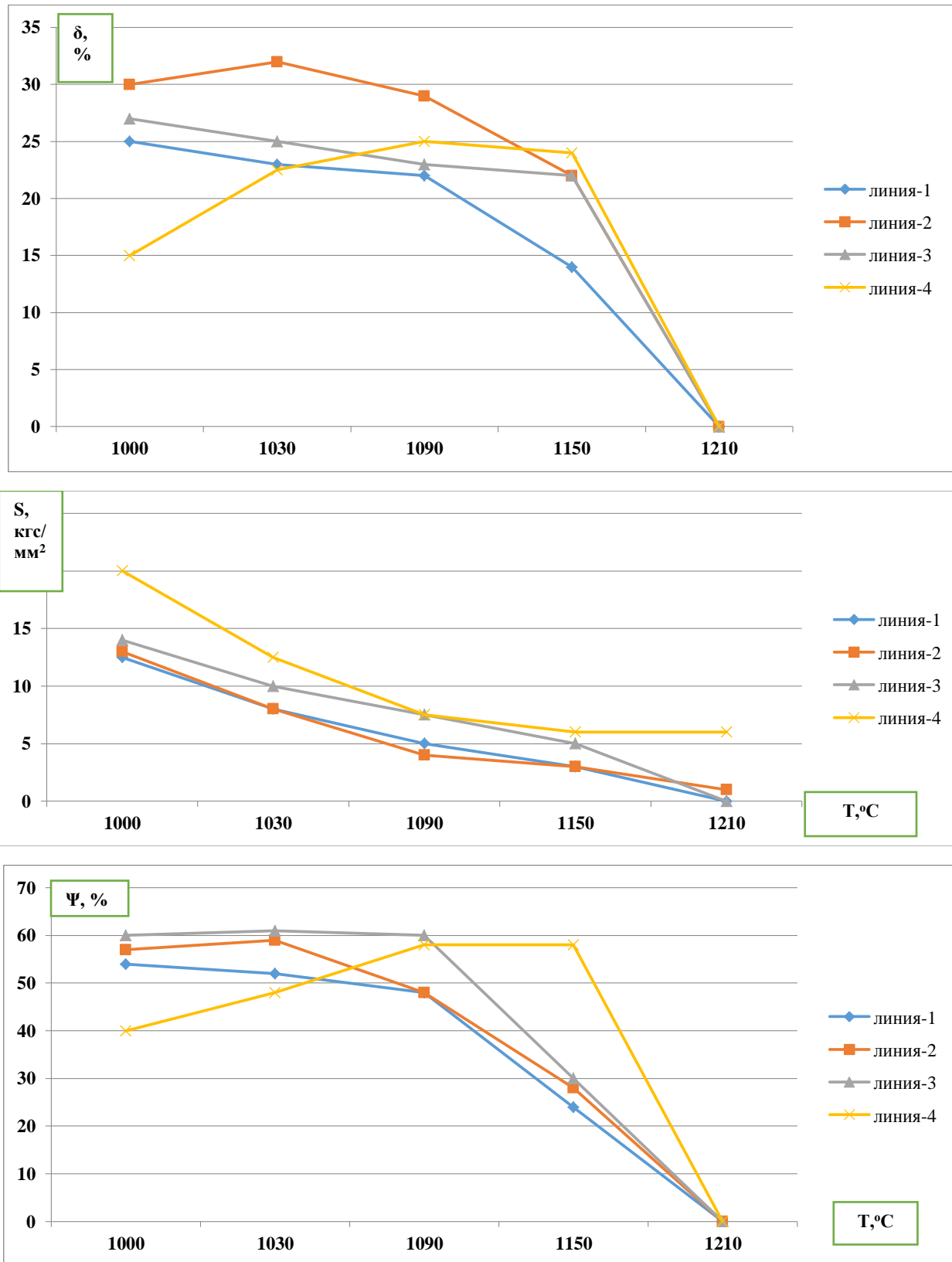


Рис. 1. Влияние температуры деформации на механические и технологические свойства исследуемых образцов. У кривых указаны номера сталей.

Из диаграммы видно, что при 980-1160 °С предел прочности изменяется в зависимости, близкой к линейной, а также для кривых истинного сопротивления разрыву характерно резкое уменьшение S происходит плавно. Отмечается исключение для стали 3, у которой изменение истинного сопротивления разрыву в интервале исследуемых температур происходит в соответствии близкой к линейной.

Стали 2 и 4 при высоких температурах обладают повышенной прочностью, а самые низкие прочностные критерии имеют стали 1 и 3.

Из рисунка 1 наблюдается, также, что три стали (1, 2 и 4) имеют довольно близкие данные по показателям пластичности. У этих сталей при температуре 1000-1200 °С относительное удлинение и относительное сужение меняются по плавной кривой. Дальнейшее повышение температуры дает начало резкого понижения показателям пластичности. Становятся

стали 1 и 2 хрупкими при температуре 1185 °С, а стали 3 и 4 при температуре 1215 °С.

Лучшими данными показателями пластичности обладает сталь 2: $\delta=53\%$ при температуре 1035 °С, а $\psi=56-50\%$ при температуре 1035-1125 °С, но при температуре 1215 °С указанная сталь становится хрупкой.

Испытания экспериментальные на горячее кручение (рис. 2) показывает, что почти все исследуемые образцы обладают близкие по величине показатели угла закручивания до разрушения. Наибольшим углом закручивания имеет сталь 2. Пик пластичности для этой стали приходится к интервалу температур 1070-1160 °С. Максимальное значение пластичности по сравнению при кручении с растяжением сдвигаются в область более высоких температур.

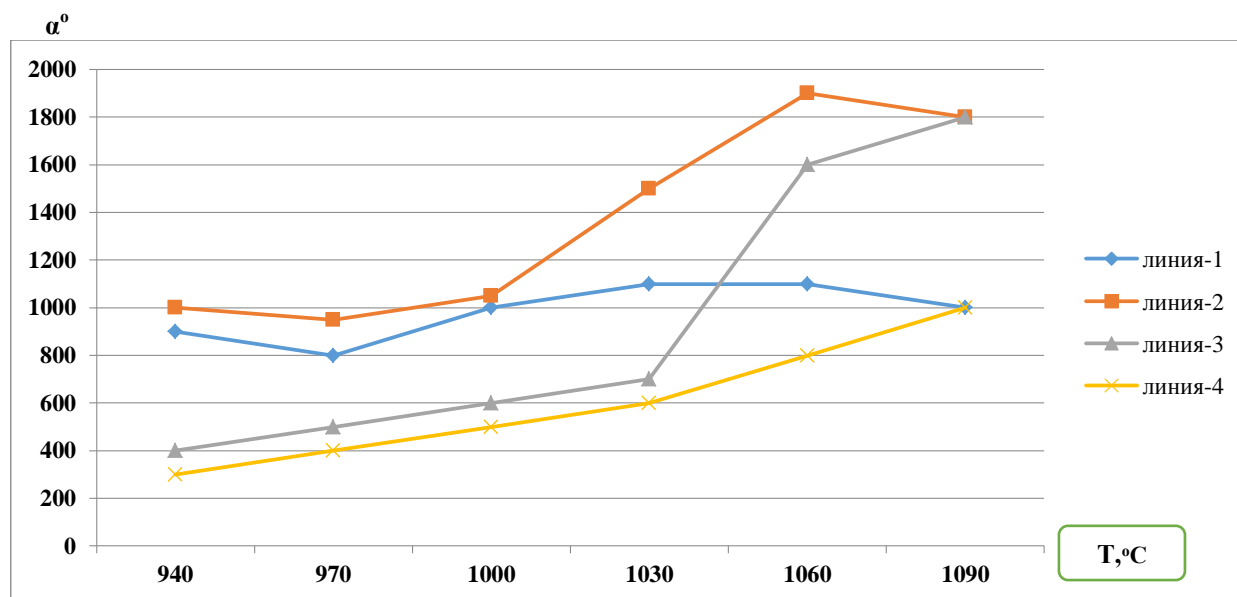


Рис. 2. Влияние температуры деформации на величину угла закручивания до разрушения α . У кривых указаны номера сталей.

Так, для стали 2 максимальное значение пластичности при растяжении соответствует температуре 1035 °С, а при кручении соответствует температуре 1095 °С. При температуре 1185 °С образцы сталей 1 и 3 становятся хрупкими при растяжении, а при кручении довольствуется высокими данными угла закручивания (1259-2820 °С).

На пластические свойства разных быстрорежущих сталей температурный режим нагрева влияет неодинаково.

На рисунке 3 показана зависимость критической степени начала образования трещин (ϵ_T) от температуры горячей прокатки клиновидных образцов стали 4 и 5. Видно, что кривая 4 имеет ярко выраженный пик при температуре 1120 °С, а кривая 5 – плавная, преобладающая широким интервалом максимальной пластичности (1080-1150 °С).

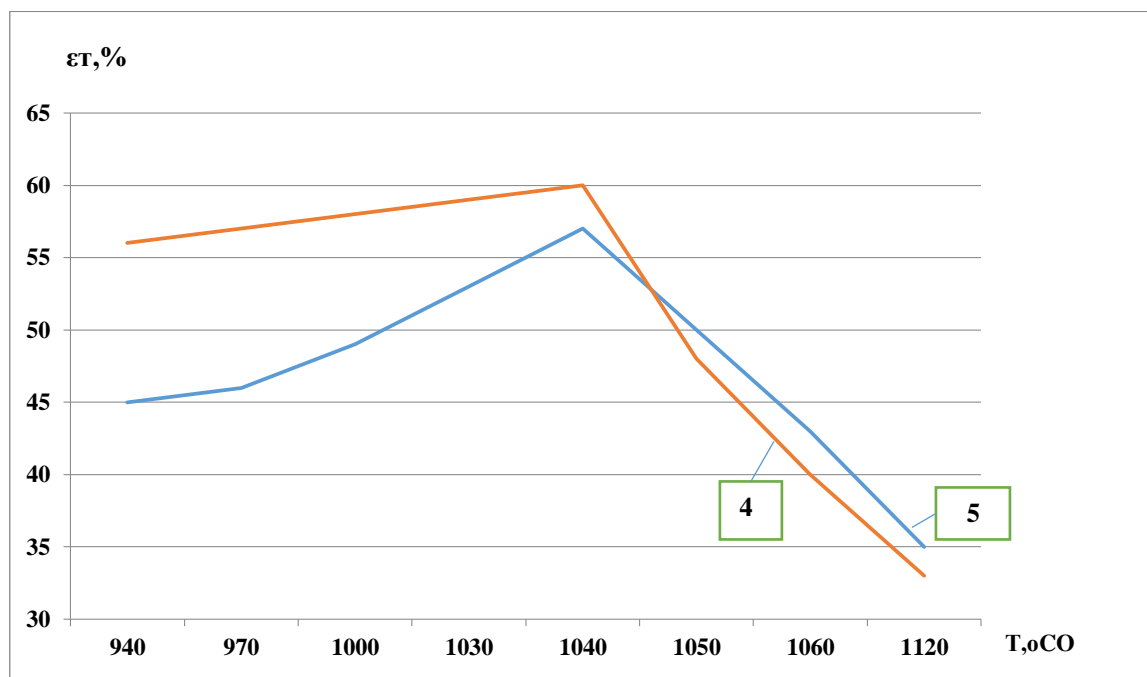


Рис. 3. Зависимость критической степени начала образования трещин (ϵ_t) в быстрорежущих сталях от температуры прокатки. У кривых указаны номера сталей.

Дальнейшее повышение температуры процесса прокатки до 1170 °C немного снижает ϵ_t у стали 3. Нагрев выше 1170 °C для стали 3, а сталей 4 и P6M5 (5) выше 1150 °C сравнительно резко снижает их пластичность при прокатке.

Выводы:

- Установлено, что при горячей прокатке клиновидных образцов сталей наиболее пластична сталь 3.
- Близкое значение показателей пластичности у стали P6M5.
- Худшее значение имеет сталь 4, кроме того, обладает узким интервалом максимальной пластичности.
- На основании проведенных экспериментальных исследований можно установить температурный интервал максимальной пластичности, а также обос-

новать оптимальный режим горячей деформации исследованных быстрорежущих сталей.

Литература:

1. Гуляев А.П. Технологическая пластичность быстрорежущих сталей. - М.: «М и ТОМ», 1989. - №6. - С. 3.
2. Северденко В.П. Механические свойства сталей деформированных в широком интервале температур. - Минск, «Наука и техника», 2004. - С. 45.
3. Жолдошов Б., Муратов В., Морозова Е. Отработка режимов термоциклической обработки стали P18. Международный журнал экспериментального образования. - М., 2010. - №7. - С. 140-141.
4. Жолдошов Б.М., Муратов В.С., Турдажиева Э.Н. Уровень равномерности распределения легирующих элементов в быстрорежущих сталях. / Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана. Научно-технический журнал. - Бишкек, №1. - 2017. - С. 37-40.