УДК 622.331:62

А.Н. Болтушкин, В.А. Беляков

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ДОБЫЧИ ФРЕЗЕРНОГО ТОРФА НИЗКОЙ СТЕПЕНИ РАЗЛОЖЕНИЯ

Рассмотрены недостатки существующей технологии добычи фрезерного торфа низкой степени разложения, которая принципиально не отличается от добычи торфа кондиционной степени разложения, за исключением применения пневматического принципа сбора высохшего торфа. Трудности добычи фрезерного торфа на залежах низкой степени разложения обусловлены высокой начальной влажностью, низкой плотностью, высокой влагоемкостью. Эти факторы ведут к уменьшению циклового и сезонного сборов и, в конечном счете, к значительному удорожанию готовой продукции. Для устранения этих недостатков предлагается разделить процесс сушки на два этапа. Первый этап сушки осуществляется в расстиле на влажной залежи до влажности 55—60%, а второй этап — на откосах укрупненного валка. При сушке на первом этапе в расстиле на поверхности торфяной залежи испарение воды идет с большой поверхности, равной площади поля. При этом испаряется основная часть избыточной воды. После валкования подсохшего торфа в укрупненный валок площадь освобождается для нового цикла фрезерования. Торф на откосах укрупненного валка сохнет в более благоприятных условиях по сравнению с сушкой на поверхности влажной залежи. На откосы валка приходит увеличенное количество солнечной радиации, увеличивается температура поверхности, уменьшается относительная влажность воздуха, отсутствует положительный влагообмен сохнущего слоя с влажной поверхностью залежи. За счет разделения сушки на два этапа становится возможным увеличение количества циклов и сезонного сбора в 1,5 ÷ 2 раза.

Ключевые слова: торф низкой степени разложения, технология добычи, полевая сушка, укрупненный валок, испарение, поглощение осадков, пневмоуборка, фрезерный торф.

DOI: 10.25018/0236-1493-2018-2-0-13-19

Введение

Добыча торфа низкой степени разложения (до 15%) связана с рядом трудностей. Трудности добычи фрезерного торфа на залежах низкой степени разложения обусловлены высокой начальной влажностью, низкой плотностью, высокой влагоемкостью такого торфа. Эти факторы ведут к уменьшению циклового и сезонного сборов и, в конечном счете, к значительному удорожанию готовой продукции. Совершенствование существующих и разработка новых технологий, особенно в условиях рыночной экономики, является актуальной задачей [3].

Цель работы

Целью работы является поиск путей интенсификации процесса добычи фрезерного торфа низкой степени разложения. Одно из возможных направлений интенсификации предусматривает отделение добычи сырья (влажной фрезер-

ISSN 0236-1493. Горный информационно-аналитический бюллетень. 2018. № 2. С. 13–19.
© А.Н. Болтушкин, В.А. Беляков. 2018.

ной крошки) от последующей сушки [1, 2, 3, 4, 9].

По традиционной технологии добычи фрезерного торфа для различных целей расстил фрезерной крошки сушат на поверхности торфяной залежи до влажности готовой продукции. Для топливного и подстилочного торфа эта влажность составляет 40÷45%, для торфа, идущего на различные компосты — 55÷60%. В процессе сушки, с целью ее интенсификации, проводится двух-трехкратное ворошение сушимого слоя. Затем достигший кондиционной влажности торф собирается в валки, из которых бункерными машинами убирается в штабель. При уборке пневматическими машинами торф собирается непосредственно из расстила. Убранный пневматическими машинами торф имеет более низкую влажность за счет засасывания соплами уборочной машины верхней, более сухой части расстила, а также за счет отсутствия подфрезеровывания, которое имеет место при механической уборке.

При пневматической уборке несколько изменяется структура торфа [13]. Как показали наши исследования, даже при наличии трех ворошений, влага в расстиле распределяется крайне неравномерно. Так при средней влажности расстила 50% влажность верхних слоев с количеством торфа в них 1÷1,5 кг/м^2 (по сухому веществу) может достигать 15÷20%, тогда как нижележащие слои имеют влажность, доходящую до 60÷67% [5]. Кроме того, при пневматическом способе сбора торфа сокращается продолжительность технологического цикла, что при некотором уменьшении циклового сбора позволяет увеличить сезонный сбор примерно в 1,5 раза.

При добыче торфа низкой степени разложения возникает целый ряд трудностей, которые приводят к снижению качества и удорожанию готовой продукции. Основная трудность заключается в том, что торф низкой степени разложения в залежи имеет высокую влажность. Так в соответствии с нормативами эксплуатационная влажность торфа со степенью разложения менее 15% составляет 84% для первого и второго года эксплуатации и 81% для третьего, тогда как для торфа кондиционной степени разложения она составляет соответственно 82% и 79% [6]. Из-за повышенной начальной влажности увеличивается количество воды, которое нужно удалить при сушке. Так, например, количество воды, удаляемое для получения 1 т готовой продукции из торфа низкой степени разложения составляет 2,15 т, а из торфа средней степени разложения — 1,86 т, т.е. на 16% меньше.

Поверхность залежи низкой степени разложения отличается низкой несущей способностью и низкой плотностью, что затрудняет проведение технологических операций по сушке. Например, при ворошении из-за подфрезеровывания влажной залежи увлажнение сохнущего слоя составляет ΔW = 0,2÷0,3 кг/кг. Это значит, что если влажность расстила в момент ворошения, например, равна 60%, то после ворошения она уже будет 62÷64%. Такое увлажнение значительно снижает эффективность ворошения.

Нормативное число 2-х дневных циклов при добыче торфа со степенью разложения ниже 15% для различных регионов составляет 10÷15, тогда как для торфа со степенью разложения 20÷30% оно равно 17÷25. В результате цикловые и сезонные сборы на залежах с низкой степенью разложения оказываются весьма низкими. Из-за низких цикловых и сезонных сборов увеличивается трудоемкость выполнения технологических операций, а в результате ухудшаются все технико-производственные и технико-экономические показатели. Резко снижается надежность выполнения плановых показателей [11, 12].

Полученные результаты

Технология добычи торфа низкой степени разложения может быть улучшена, а основные ее недостатки устранены за счет того, что сушку фрезерной крошки нужно разделить на два этапа.

На первом этапе торф сушат до влажности 55÷60% в расстиле на торфяной залежи, а затем, на втором этапе, на откосах многоцикловых валков [7]. Интенсивность сушки фрезерной крошки зависит от ее влагосодержания (рис. 1). Основная часть воды удаляется при сушке в расстиле, когда интенсивность сушки высока, а поверхность испарения равна площади поля сушки, т.е. тоже большая. Сущность предлагаемой технологии заключается в следующем.

Залежь фрезеруется на глубину 15÷17 мм. Глубина фрезерования так же, как и в существующих способах, определяется с учетом метеорологических условий. В процессе сушки производится одно или два ворошения. При достижении торфом в течение двух суток влажности 55÷60% его собирают скреперным валкователем в укрупненный валок, который располагается посередине 20-метровой карты. С целью создания достаточно большой площади откоса валка, что необходимо для увеличения поверхности испарения, в один валок первоначально собирается торф трех-четырех циклов. Верхний слой торфа, толщиной 30÷35 мм, находящийся на откосе валка, при благоприятных метеорологических условиях подсыхает от влажности при валковании 55÷60% до уборочной влажности 40% за 4—5 ч и убирается специально приспособленной для уборки с наклонной поверхности пневмоуборочной машиной.

Сушка на втором этапе происходит на поверхности откоса валка и протекает более интенсивно за счет отсутствия влагообмена сохнущего слоя с влажной подстилающей залежью, лучшей аэрации и за счет увеличения притока прямой солнечной радиации на наклонную поверхность откоса валка. Количество теплоты от прямой радиации, приходящей на оба откоса валка, не зависит от его ориентации по сторонам света. В средней полосе России отношение прямой радиации к суммарной составляет около 34%. Поэтому с учетом рассеянной радиации на откосы штабеля поступает на 1—7% больше теплоты от солнца, чем на горизонтальную поверхность [8].

Кроме того, за счет увеличения скорости ветра по высоте валка повышается и плотность конвективного потока теплоты. Исследования показали [8], что с изменением скорости ветра от 0,5 до 1,7 м/с испаряемость увеличивается в среднем на 18%. Таким образом, за счет обоих факторов испаряемость на высоте 1,5 м повышается на 19÷25%,

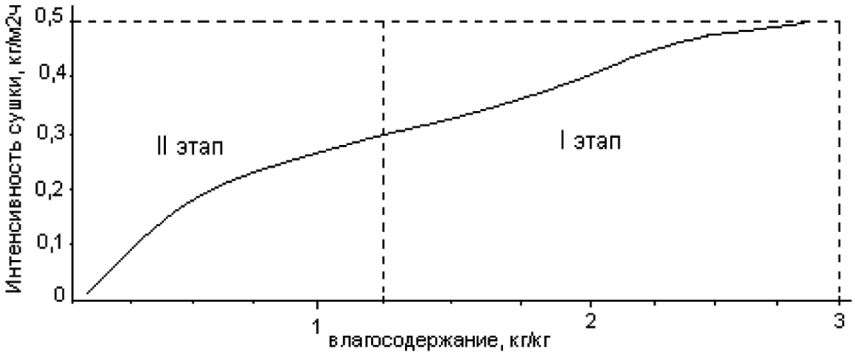

Рис. 1. Интенсивность сушки фрезерного торфа

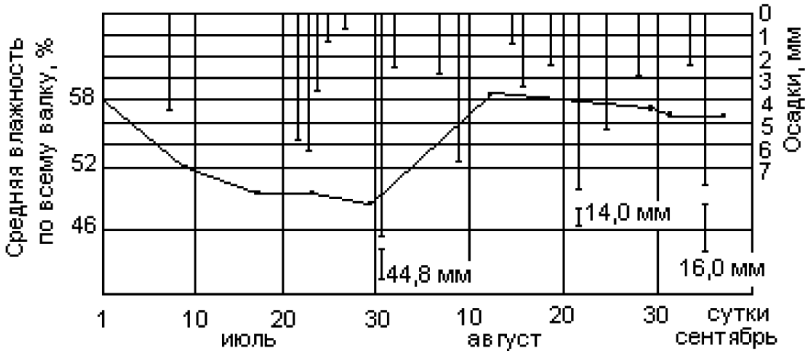

Рис. 2. Изменение средней влажности торфа в валке

т.е. сушка на откосах укрупненного валка протекает в более благоприятных метеорологических условиях.

За счет разделения сушки на два этапа технологический цикл сушки на поверхности торфяной залежи заканчивается при влажности 55÷60%. При этом продолжительность сушки сокращается примерно в два раза по сравнению с сушкой до влажности 35÷40%, что, в свою очередь, позволяет увеличить число циклов и сезонный сбор в 1,5÷2 раза. Нормативное количество циклов при добыче торфа влажностью 55% для Тверской области составляет 26, а при добыче торфа с условной влажностью 40% — 13.

Влажностной режим торфа в валке формируется за счет двух факторов: испарения в бездождные периоды и намокания при выпадении осадков. Среднее по всему поперечному сечению влагосодержание торфа в валке (W0) в любой момент времени после выпадения осадков можно определить по формуле

$$W_0 = \frac{S\lambda_o W_0 + (1 + W_0)\left(h_{oc} K_{oc} b - i_c \tau \frac{b}{\cos\alpha}\right)}{S\gamma_o} \quad \text{кг/кг},$$

где S — площадь поперечного сечения валка, м^2; γ_o — насыпная плотность торфа в валке при влагосодержании W_0; W_0 — влагосодержание торфа в валке перед выпадением осадков, кг/кг; h_{oc} — количество выпавших осадков, кг/м^2; K_{oc} — коэффициент поглощения осадков; b — ширина валка по основанию, м; α — угол наклона откоса валка к горизонту, град.; i_c — средняя интенсивность испарения осадков с поверхности валка, кг/(м^2 · ч); τ — время просушки, ч.

Среднюю интенсивность испарения осадков с поверхности валка можно принять равной испаряемости с открытой водонасыщенной поверхности.

Основная трудность при практическом использовании формулы заключается в том, что коэффициент поглощения осадков зависит от многих факторов (величины и интенсивности выпадения осадков, степени разложения торфа, пористости поверхности валка и др.). По данным полевых наблюдений за влажностным режимом укрупненного валка установлено, что коэффициент поглощения осадков для верхового торфа со степенью разложения 10÷15% при осадках до 4—5 мм находится в диапазоне 0,35÷0,56. При этом толщина намокшего слоя не превышает 5÷7 мм у вершины валка и 20÷30 мм у основания [9, 10].

В летний период величина испарения превышает сумму выпавших осадков. Поэтому, с учетом коэффициента поглощения осадков, количество поглощенной от осадков воды будет меньше испарившейся. По данным наших наблюдений за два месяца (июль-август) выпало 138 мм осадков, однако в конце 2-х месячного

срока наблюдений средняя влажность торфа в валке была на несколько процентов меньше начальной (рис. 2). Полевые эксперименты показали, что количество уборок торфа кондиционной влажности с откосов укрупненного валка в уборочный день можно довести до 2—3.

Заключение

Выполненные технико-экономические расчеты показали, что себестоимость добычи торфа по новой технологии уменьшается на 50%, главным образом за счет увеличения сезонного сбора не менее чем в 1,5 раза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Тарасов В.И.* Интенсификация добычи фрезерного торфа // Торфяная промышленность. — 1990. — № 7. — С. 20—22.

2. *Тарасов В.И.* Сушка торфа на откосах штабелей // Торфяная промышленность. — 1988. — № 11. — С. 25—26.

3. Панов, В.В., Мисников, О.С. Современные тенденции развития торфяной отрасли России // Труды Инсторфа. — 2015. — № 11(64). — С. 3—12.

4. *Мисников О.С., Тимофеев А.Е., Михайлов А.А.* Анализ технологий разработки торфяных месторождений в странах дальнего и ближнего зарубежья // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2011. — № 9. — С. 84.

5. *Болтушкин А.Н.* О распределении влажности в слое фрезерного торфа перед уборкой машинами БПФ / Вторая научно-техническая конференция ученых и специалистов высших учебных заведений, научно-исследовательских институтов и предприятий г. Калинина. Материалы к конференции, вып. 3. — Калинин, 1969.

6. *Нормы* технологического проектирования предприятий по добыче торфа. ВНТП 19-86. — М.: Изд. МТП РСФСР, 1986. — 117 с.

7. *Болтушкин А.Н. и др.* Патент № 1488496 Российская Федерация. Способ добычи подстилочного торфа. Заявка № 4315098. Зарегистр. 28.09.1993 г.

8. *Малков Л.М.* Об эффективности сушки на откосах штабелей // Торфяная промышленность. — 1991. — № 8. — С. 8—14.

9. *Болтушкин А.Н., Моковеев Д.А.* Коэффициент поглощения осадков / Труды Седьмого Международного научного симпозиума студентов, аспирантов и молодых ученых им. Академика М.А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр». 14—18.04.2003, г. Томск. — Томск: Изд-во ТПУ, 2003. — С. 529—530.

10. *Болтушкин А.Н., Моковеев Д.А.* Расчет последействия осадков при уборке торфа из многоцикловых валков / Труды Седьмого Международного научного симпозиума студентов, аспирантов и молодых ученых им. Академика М.А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр». 14—18.04.2003, г. Томск. — Томск: Изд-во ТПУ, 2003. — С. 530—532.

11. *Gamayunov S.N., Misnikov O.S.* Shrinkage phenomena in drying of natural organomineral dispersions // Inzhenerno-Fizicheskii Zhurnal. — 1998. — Vol. 71. — № 2. — Pp. 233—234.

12. *Misnikov O.S., Afanasiev A.E.* Estimation of structural characteristics during drying of molded organic and organomineral biogenic materials // Theoretical Foundations of Chemical Engineering, — 2003. — Vol. 37. — № 6. — Pp. 582—589.

13. *Afanasiev A.E., Gamayunov S.N., Misnikov O.S.* Structurization processes during drying of sapropels with varying ash content // Colloid Journal of the Russian Academy of Sciences: Kolloidnyi Zhurnal, — 1999. — Vol. 61. — № 3. — Pp. 274—279.

14. *Афанасьев А.Е., Столбикова Г.Е.* Интенсификация сушки торфа в полевых условиях // Труды Инсторфа. — 2012. — № 5 (58). — С. 17—21. ГИАБ

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Болтушкин Анатолий Николаевич[1] — кандидат технических наук, доцент, e-mail: bolt@mail.ru,

Беляков Владимир Александрович[1] — доцент, e-mail: belva46@mail.ru,

[1] Тверской государственный технический университет.

ISSN 0236-1493. Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'. 2018. No. 2, pp. 13–19.

A.N. Boltushkin, V.A. Belyakov

IMPROVEMENT OF CUTTING TECHNOLOGY FOR SUBSURFACE PEAT OF LOW DECOMPOSITION RATE

Cutting of low decomposition rate (to 15%) peat is related with some difficulties. The article discusses disadvantages of the available cutting technology for subsurface peat with the low decomposition rate, which mostly identical to cutting of regular decomposition rate peat, except for the application of air gathering of dried up peat. The difficulties of cutting subsurface peat with the low rate of decomposition are connected with the high initial moisture content, low density and high water absorption capacity. These factors result in the decreased seasonal and cyclic production of peat and, finally, to the essential rise in price of the final product. To eliminate these disadvantages, it is suggested to divide the drying process into two stages.

The first stage is peat spreading on wet ground down to the moisture content of 55–60%, the second stage is peat spreading over slopes of enlarged piles. At the first stage, water evaporates from the surface equal to the area of the field. A major portion of water evaporates in this stage. After stacking dried peat into an enlarged pile, a new area becomes available for cutting. Peat dries on the slopes of an enlarged pile in more comfortable conditions than on the surface of wet field. The pile slopes take more sunshine, the surface temperature grows, the relative humidity lowers, and the positive moisture exchange between the drying peat layer and the wet deposit surface is absent.

The separation of the drying process into two stages allows more peat cutting cycles and higher seasonal production output by 1.5–2 times.

Key words: peat of low decomposition rate, cutting technology, field drying, enlarged pile, evaporation, precipitation absorption, air gathering, subsurface peat.

DOI: 10.25018/0236-1493-2018-2-0-13-19

AUTHORS

Boltushkin A.N.[1], Candidate of Technical Sciences,
Assistant Professor, e-mail: bolt@mail.ru,
Belyakov V.A.[1], Assistant Professor,
e-mail: belva46@mail.ru,
[1] Tver State Technical University, 170026, Tver, Russia.

REFERENCES

1. Tarasov V.I. *Torfyanaya promyshlennost'*. 1990, no 7, pp. 20—22.
2. Tarasov V.I. *Torfyanaya promyshlennost'*. 1988, no 11, pp. 25—26.
3. Panov, V.V., Misnikov, O.S. *Trudy Instorfa*. 2015, no 11(64), pp. 3—12.
4. Misnikov O.S., Timofeev A.E., Mikhaylov A.A. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. 2011, no 9, pp. 84.
5. Boltushkin A.N. *Vtoraya nauchno-tekhnicheskaya konferentsiya uchenykh i spetsialistov vysshikh uchebnykh zavedeniy, nauchno-issledovatel'skikh institutov i predpriyatiy g. Kalinina. Materialy k konferentsii*, vyp. 3 (II Scientific–Technical Conference of Scientists and Specialists of Universities, Research Institutes and Plants of Kalinin. Materials for conference, issue 3), Kalinin, 1969.
6. *Normy tekhnologicheskogo proektirovaniya predpriyatiy po dobyche torfa. VNTP 19-86* (Process design rules for peat production plants. VNTP 19-86), Moscow, Izd. MTP RSFSR, 1986, 117 p.
7. Boltushkin A.N. etc. *Patent RU 1488496*, 28.09.1993.
8. Malkov L.M. *Torfyanaya promyshlennost'*. 1991, no 8, pp. 8—14.
9. Boltushkin A.N., Mokoveev D.A. *Trudy Sed'mogo Mezhdunarodnogo nauchnogo simpoziuma studentov, aspirantov i molodykh uchenykh im. Akademika M.A. Usova «Problemy geologii i osvoeniya nedr»*. 14—18.04.2003, g. Tomsk (Problems of Geology and Subsoil Development: Proceedings of VII International Symposium of Student, Post-Graduates and Young Scientists in honor of Academician Usov. 14—18.04.2003, Tomsk), Tomsk, Izd-vo TPU, 2003, pp. 529—530.

10. Boltushkin A. N., Mokoveev D. A. T*rudy Sed'mogo Mezhdunarodnogo nauchnogo simpoziuma studentov, aspirantov i molodykh uchenykh im. Akademika M. A. Usova «Problemy geologii i osvoeniya nedr»*. 14—18.04.2003, g. Tomsk (Problems of Geology and Subsoil Development: Proceedings of VII International Symposium of Student, Post-Graduates and Young Scientists in honor of Academician Usov. 14—18.04.2003, Tomsk), Tomsk, Izd-vo TPU, 2003, pp. 530—532.

11. Gamayunov S.N., Misnikov O.S. Shrinkage phenomena in drying of natural organomineral dispersions. *Inzhenerno-fizicheskii zhurnal*. 1998. Vol. 71, no 2. Pp. 233—234.

12. Misnikov O. S., Afanasiev A. E. Estimation of structural characteristics during drying of molded organic and organomineral biogenic materials. *Theoretical foundations of chemical engineering*, 2003. Vol. 37, no 6. Pp. 582—589.

13. Afanasiev A. E., Gamayunov S. N., Misnikov O. S. Structurization processes during drying of sapropels with varying ash content. *Colloid Journal of the Russian Academy of Sciences: Kolloidnyi Zhurnal*, 1999. Vol. 61, no 3. Pp. 274—279.

14. Afanas'ev A. E., Stolbikova G. E. *Trudy Instorfa*. 2012, no 5 (58), pp. 17—21.

FIGURES

Fig. 1. The intensity of the drying of milling peat.

Fig. 2. Change of average moisture content of peat in the roll.

ОТДЕЛЬНЫЕ СТАТЬИ ГОРНОГО ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОГО БЮЛЛЕТЕНЯ (СПЕЦИАЛЬНЫЙ ВЫПУСК)

ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ ХОЛОДОМ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ МАТЕРИАЛОВ ПИК ГИДРОМОЛОТОВ

(2017, № 12, СВ 25, 12 с.)

Ле Тхань Бинь[1] — аспирант,
Болобов В.И.[1] — профессор,
Нгуен Кхак Линь[1] — аспирант,
[1] Санкт-Петербургский Горный университет.

Показано, что обработка холодом (при –75 °С) материалов пик гидромолотов — сталей 38ХМ, У8 и Х12МФА приводит к снижению (на 44÷82%) содержания остаточного аустенита и увеличению (на 26÷99%) содержания карбидов в закаленной стали, что сопровождается повышением твердости (на 1,4÷2,1%) и абразивной износостойкости (на 10÷31%) испытанных материалов при одновременном снижении ударной вязкости (на 19÷24%). На примере стали Х12МФА показано, что криогенная обработка (при –196 °С) и последующий низкий отпуск высокоуглеродистых высоколегированных сталей, использующихся для изготовления пик гидромолотов, приводит к значительному (до 98%) повышению их износостойкости и ударной вязкости (до 32%).

Ключевые слова: пики гидромолотов, углеродистые и легированные стали, обработка холодом, криогенная обработка, повышение износостойкости.

INFLUENCE OF CRYOGENIC TREATMENT ON MECHANICAL PROPERTIES AND WEAR RESISTANCE OF MATERIALS OF HYDRAULIC BREAKERS CHISELS

Le Thanh Binh[1], Graduate Student, *Bolobov V.I.*[1], Professor, *Nguyen Khac Linh*[1], Graduate Student,
[1] Saint Petersburg Mining University, 199106, Saint-Petersburg, Russia.

It has been shown that the cold treatment at –75°C of materials of hydraulic breakers chisels- steels 38ХМ, У8 and Х12МФА, leads to a decrease in the content of retained austenite (by 44÷82%) and an increase in the content of carbides (by 26÷99%) in hardened steel, which is accompanied by an increase in hardness (by 1,4÷2,1%) and abrasive wear resistance (by 10÷31%) of the tested materials, while reducing the toughness (by 19÷24%). The example of steel Х12МФА shows that cryogenic treatment (at –196 °C) and subsequent low tempering of high-carbon high-alloy steels leads to a significant increase in wear resistance (up to 98%) and toughness (up to 32%).

Key words: hydraulic breakers chisels, carbon and alloy steels, cold treatment, cryogenic treatment, increase in wear resistance.