

Заключение: Приготовление кормосмесей для КРС в условиях КФХ – это важный этап в организации успешного животноводства. Грамотный подход к составлению рациона, использование качественных кормов и современных технологий позволят повысить продуктивность скота и рентабельность хозяйства. Приведенные данные в (таблице 1) потребления кормов помогут фермерам оптимизировать процесс кормления и достичь высоких результатов.

Список использованной литературы

1. Петров, В. М. Технология приготовления кормосмесей для крупного рогатого скота / В. М. Петров // Вестник сельскохозяйственной науки. – 2020. – № 4. – С. 45–52.
2. Калашников, А. П. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: справочное пособие / А. П. Калашников, В. И. Фисинин. – М.: Россельхозакадемия, 2016. – 456 с.
3. Михайлов, В. В. Использование кормосмесителей в животноводстве / В. В. Михайлов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2021. – № 3. – С. 12–18.
4. Электронный ресурс: Министерство сельского хозяйства РФ. Рекомендации по кормлению КРС. – URL: <https://mcx.gov.ru> (дата обращения: 10.10.2023).

Summary. The article is devoted to the preparation of balanced feed mixtures for cattle in peasant-farming farms (PFH). The basic principles of ration preparation including rough, succulent, concentrated feeds and additives, as well as their influence on productivity, health and economic efficiency are considered. The table with daily norms of feed consumption for different groups of cattle (dairy cows, young stock, dry cows) is given. The importance of feed mix preparation technology and adaptation of rations to the specific needs of the farm is emphasized.

УДК 621.791.92: 631.356.26

Анискович Г.И., кандидат технических наук, доцент;

Шевчук М.А., ассистент

Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

КОМБИНИРОВАННОЕ УПРОЧНЕНИЕ КОПАЧЕЙ СВЕКЛОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ ПРИ ИХ ИЗГОТОВЛЕНИИ

Аннотация. Приведены результаты исследования микроструктуры и твердости упрочненных износостойкой наплавкой в сочетании с импульсной закалкой копачей свеклоуборочных комбайнов.

Abstract. The results of studies on the microstructure and hardness of components strengthened by wear-resistant cladding combined with pulsed hardening are presented.

Ключевые слова. Копач, упрочнение, закалка, износостойкая наплавка, микроструктура, твердость.

Keywords. Digging component, hardening, quenching, wear-resistant cladding, microstructure, hardness.

Копачи, предназначенные для подкапывания корнеплодов свеклы, являются сменными быстроизнашивающимися деталями свеклоуборочных самоходных комбайнов и представляют собой сложнопрофильные изделия, конструктивно состоящие из рабочей и крепежной частей. Ресурс копачей предопределяется износостойкостью рабочей части, при недопустимой величине линейного износа которой по ширине наступает предельное состояние этих деталей. Поэтому рабочая и особенно ее нижняя (режущая) часть, воспринимающая наибольшие контактные давления со стороны почвы вследствие чего интенсивно изнашивающаяся должна обладать повышенными физико-механическими свойствами. С учетом условий работы, характера изнашивания и величины износа обоснованы технические требования к физико-механическим свойствам копачей.

Копачи должны быть изготовлены из листового горячекатаного проката среднеуглеродистой конструкционной стали и подвергнуты термической обработке – закалке. Поверхностная твердость копачей после закалки и отпуска должна быть в пределах 54–58 HRC. Эскиз копача представлен на рисунке 1.

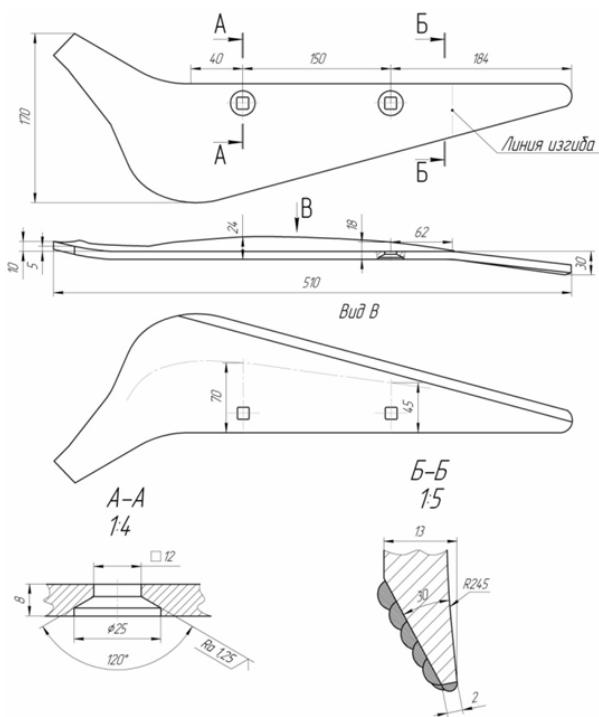


Рисунок 1 – Эскиз копача свеклоуборочного комбайна

Нижняя торцевая и лезвийная поверхности копача должна быть упрочнена износостойкой наплавкой. Толщина наплавляемого износостойкого материала – $3 \pm 0,5$ мм. Твердость наплавленного слоя должна составлять 56–60 HRC.

Ресурс копачей при уборке свеклы должен соответствовать значению гарантийной наработки и составлять не менее 30 га. При оценке ресурса копача предельное состояние определяется линейным износом ширины детали по оси первого от носка крепежного отверстия. Ширина копача от верхней до нижней кромки детали по оси первого от носка крепежного отверстия допускается не менее 40 мм. Линейный износ по толщине в зоне крепежных отверстий не должен превышать 2 мм. Поломка, сколы и изгиб копача в процессе эксплуатации не допустимы, кроме аварийных случаев (наезда на камень или другое препятствие).

Разработке технологического процесса изготовления копачей свеклоуборочных комбайнов предшествовал анализ вариантов возможной и целесообразной реализации отдельных технологических операций и последовательности их выполнения. Технологический маршрут изготовления копачей включает следующие операции.

Заготовительная. Раскрой листа на заготовки с использованием установки для плазменной резки.

Термическая. Нагрев заготовок перед гибкой до температуры 1150–200°C в нагревательной полуметодической печи.

Прессовая. Гибка заготовки по углом 120° в гибочном штампе ковочного молота и прошивка отверстий.

Сверлильная. Зенковка на вертикально-сверлильном станке отверстий на глубину 6мм.

Наплавочная. Наплавка режущей кромки заготовки электродом Т-620 (Т-590).

Термическая. Нагрев заготовки до закалочной температуры в электропечи сопротивления.

Термическая. Закалка в потоке жидкости в закалочном устройстве технологического модуля в соответствии с заданным режимом.

Термическая. Низкотемпературный отпуск в течение 1,0–1,5 часов в электропечи сопротивления.

Контрольная. Контроль параметров копача на соответствие техническим требованиям на изготовление детали.

В предлагаемом технологическом процессе операции наплавки и импульсной закалки являются упрочняющими, при выполнении которых копачам придаются требуемые эксплуатационные свойства. Поверхностная твердость и прочность копачей обеспечивается закалкой в потоке охлаждающей жидкости, износостойкость наиболее изнашиваемой нижней (режущей) части – наплавкой износостойким материалом.

Износостойкость режущей части детали, наплавляемой электродом Т-620, в состав которого входят легирующие элементы, такие как хром, титан, бор, приобретает за счет высокой твердости получаемого покрытия.

При импульсной закалке достижение требуемых значений твердости и прочности копачей связано с измельчением структурных фаз в процессе интенсивного закалочного охлаждения. Установлено, что диспергирование характерных элементов структуры, которое может осуществляться как в цикле аустенизации, так и в цикле закалочного охлаждения, и которое обычно связывают с формированием структуры мартенсита, является одним из самых надежных методов повышения конструкционной прочности стальных изделий [1,2].

На характер протекания мартенситного превращения влияет скорость охлаждения при закалке [3,4]. Типичная структура мартенсита углеродистой закаленной стали имеет характерный крупноигльчатый вид, свойственный пластинчатому (двойниковому) типу при температуре переохлаждения 240–180°C. Размер пластин 1–10 мкм.

Мелкоигльчатый мартенсит (0,1–2,0 мкм) относится к реечному (дислокационному) типу мартенсита и образуется при переохлаждении до температур 150–80°C.

Образование сверхмелкоигльчатого мартенсита с очень малыми размерами мартенситных игл (практически неразличимых в оптическом микроскопе), формируемых из мелкозернистого аустенита, который может иметь фрагментированную структуру с высокой плотностью дислокаций [1,3]. Ориентировочные размеры мартенситных кристаллов порядка 0,02–0,1 мкм (20–100 нм) достигается при интенсивном охлаждении с переохлаждением порядка 80–20°C [5].

Из вышесказанного следует, что направленное термическое воздействие с высокой интенсивностью охлаждения, многократно превышающей критическую скорость, способствует созданию и формированию в объеме стального изделия ультрамелкозернистых и наноструктурных образований [1, 5]. Результатом формирования мелкозернистого структурного состояния мартенситных кристаллов является повышение прочности, а также твердости, при обеспечении достаточной вязкости и пластичности конструкционных сталей.

Исследованиями, проведенными в технологическом научно-производственном центре БГАУ, установлено формирование разориентированных микрообластей – фрагментов игл мартенсита при мартенситном превращении в результате интенсивного водяного охлаждения со скоростями закалки выше 10 000 град/с, что позволяет получать структурные элементы размерами 0,1–0,4 мкм (100–400 нм) [6, 7].

Экспериментальные образцы копачей, изготовленные из стали 60ПП подвергались наплавке с последующей импульсной закалкой с печного нагрева.

Наплавка осуществлялась по фаске режущей части детали, электродом Т-620, диаметром 4 мм, сила тока 200–210 А, толщина наплавленного слоя 2,5–3 мм. Нагрев заготовки копача перед закалкой с выдержкой в течение 15 мин. при температуре 800–810°C осуществлялся в печи сопротивления ПКМ 3.6.2/11.

При импульсной закалке температура и давление воды в системе подвода охлаждающей жидкости технологического модуля соответственно составляли 18–25°C и 0,40–0,45 МПа; продолжительность цикла охлаждения – 3,5–4,0 с. После закалки детали подвергались низкому отпуску при температуре 200°C в течение 1 ч.

Исследования упрочненных деталей показали, что твердость наплавленного слоя составляет 60–62 HRC. Высокое значение твердости можно объяснить большой степенью легирования наплавочных электродов, благодаря чему в структуре наплавленного металла образуется большое количества первичных карбидов хрома, титана и бора.

Структура поверхностного слоя основного металла упрочненного копача представляет собой весьма мелкоигльчатый мартенсит 2–3 баллов (ГОСТ 8233) с небольшим количеством остаточного аустенита (рисунок 2 а, б). Максимальная длина мартенситных игл 3 мкм.

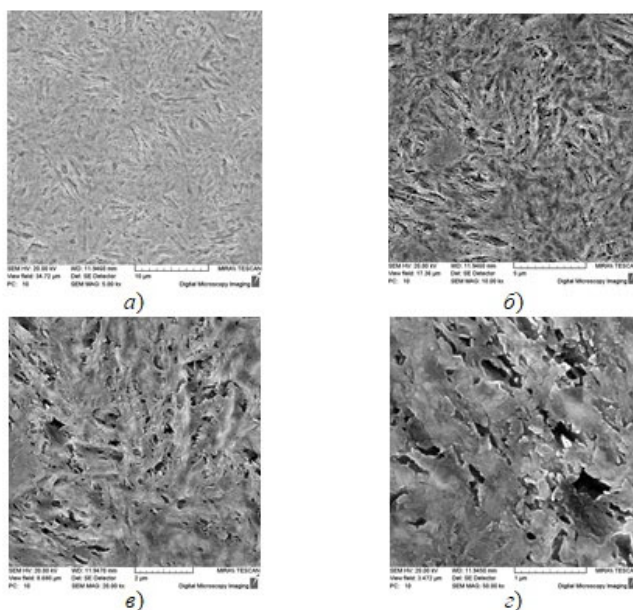


Рисунок 2 – Микроструктура поверхностного слоя основного металла упрочненного копача:

а) – x5000, б) – x10000; в) – x20 000, г) – x50 000

При больших увеличениях (рисунок 2 в, г) видно, что мартенситные иглы частично фрагментированы. Размер фрагментов находится в диапазоне 40–160 нм, средний размер составляет 60–80 нм. На отдельных фрагментах проявляются очертания субмикрозерен. Края мартенситных пластин и фрагментов частично размыты, что говорит об их частично аморфно-кристаллическом состоянии. Придание такого дисперсного структурного строения упрочненным деталям является основой повышения твердости закаленной детали, величина которой находится в пределах 56–58 HRC.

Комбинированным упрочнением – износостойкой наплавкой в сочетании с импульсной закалкой – копачей свеклоуборочных комбайнов изготовленных из углеродистых конструкционных сталей достигается высокий уровень значений твердости наплавленного слоя, в структуре которого образуется большое количество карбидов металлов, и основного металла детали в структуре которого благодаря высокой скорости закалочного охлаждения, обеспечивается формирование развитой фрагментированной наноструктуры мартенсита.

Список использованной литературы

1. Структурная теория конструктивной прочности материалов: Монография/Л.И. Тушинский. – Новосибирск: НГТУ, 2007. – 400 с.
2. Энциклопедический справочник термиста – технолога: в 3-х томах. Т. 3./ С.Б. Масленков, В.М. Ляпунов, В.М. Зинченко, Б.К. Ушаков. Под общ. ред. С.Б. Масленкова. М.: Наука и технология. 2004. – 611 с.
3. Новиков, И.И. Теория термической обработки металлов: учебник для вузов / И.И. Новиков. – Изд. 3-е, исправ. и доп. – Москва: Металлургия, 1978. – 392с.
4. Гуляев, А.П. Металловедение: учебник для вузов / А.П. Гуляев. – Изд. 6-е, перераб. и доп. – Москва: Металлургия, 1986. – 544 с.
5. Рыбин В.В., Малышевский В.А., Хлусова Е.И. Технологии создания конструкционных наноструктурированных сталей // Металловедение и термическая обработка металлов. 2009, №6 (648). С. 3–7.
6. Бетенья, Г.Ф. Анискович, Г.И. Модификация структуры и механических свойств стали пониженной прокаливаемости при импульсном закалочном охлаждении жидкостью. / MOTOROL/ – Lublin-Pzeszow, 2013, vol.15, №7 – С. 80–86.
7. Бетенья, Г.Ф. Опыт упрочнения деталей из сталей пониженной прокаливаемости импульсным закалочным охлаждением жидкостью/Г.Ф. Бетенья, Г.И.Анискович //Вестник БарГУ/ – 2013, вып.1 – С. 152–159.

Summary. By applying combined hardening – wear-resistant cladding in combination with pulsed quenching – of the digging components (copachi) of sugar beet harvesters made from carbon structural steels, a high level of hardness is achieved, meeting the technical requirements for the clad layer. In the structure of this layer, a large number of metal carbides are formed. In the base metal of the component, due to the high cooling rate during quenching, a developed fragmented nanostructure of martensite is formed.