

гидрогумата торфа и обоснована эффективность их регенерации предложенным методом.

1. Коваленко, В.П. Основы техники очистки жидкостей от механических загрязнений / В.П. Коваленко, Л.А. Ильинский. – М.: Химия, 1982. – 272 с.

2. Андрушевич, А.А. Регенерация фильтрующих элементов на основе металлических порошков, волокон и сеток в хозяйствах агропромышленного комплекса / А.А. Андрушевич [и др.] // Современные проблемы освоения новой техники, технологий, организации: материалы конф., посвящ. 60-летию создания БГАТУ и памяти Суслова, Минск, 4-6 июня 2014 г. / БГАТУ; под общ. ред. И.Н. Шило, Н.А. Лабушева, в 2 ч. – Минск, 2014. – Ч. 1. – С. 221–225.

3. Азаров, С.М. Оценка эффективности работы фильтрующих композиций при очистке воды оборотных систем / С.М. Азаров [и др.] // Порошковая металлургия: респуб. сб. науч. трудов. – Минск: Беларуская навука, 2009. – Вып. 32. – С. 114–120.

4. Айнштейн, В.Г. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии: учебник: в 2 кн. / В.Г. Айнштейн [и др.] // под ред. В.Г. Айнштейна. – М.: Люкс; Высшая школа, 2003. – Кн. 1. – 912 с.

УДК 621.74

КОНСТРУКЦИОННЫЕ СТАЛИ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПОЧВОРЕЖУЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

Студент – Кучук Д.В., 34 тс, 2 курс, ФТС

Научный

руководитель – Андрушевич А.А., к.т.н., доцент

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

Сменные детали рабочих органов сельскохозяйственной техники относятся к числу самых сложных изделий сельскохозяйственного машиностроения. Повышение их работоспособности является важной задачей отечественного сельскохозяйственного машиностроения и ремонтного производства. Решение этой научно-технической проблемы требует комплексного подхода, учитывающего конструкторские, технологические, материаловедческие, эксплуатационные, экологические и экономические факторы [1].

Машиностроительными и ремонтными предприятиями республики освоено производство почворежущих элементов

(ПРЭ): лемехов и долот плугов, оборотных рыхлительных лап чизельных культиваторов и комбинированных агрегатов для предпосевной обработки почвы, ковшовых зубьев экскаваторов и других деталей, работающих в абразивной среде. Они являются изделиями массового производства, относятся к быстроизнашивающимся деталям и по мере износа заменяются новыми запасными частями.

Эти детали конструктивно состоят из трех частей: режущей – почворежущего профиля, стержневой – несущей и монтажной – крепежной. Повреждение или выход из строя одной из частей приводит к потере работоспособности детали в целом. Основной причиной деформации и поломок является недостаточная прочность металла, принятого для изготовления ПРЭ.

Для изготовления ПРЭ применяют конструкционные стали 40, 40Х, 45, Л53, 65Г и других марок, сравнительно новые стали 30ХГСА, 40ХС, 60П. Крепежные элементы плуга изготавливают, используя стали 20 и 40Х. Болты крепления для ПРЭ (сталь 20) получают холодной высадкой без дополнительной термической обработки, получая изделие со структурой феррита и перлита, которая обеспечивает твердость около 20 НRC и предел прочности 600 МПа. Болты из стали 40Х изготавливают горячей высадкой с последующей термической обработкой, которая состоит из закалки и высокого отпуска, после такой операции формируется микроструктура сорбита отпуска с твердостью 30НRC и пределом прочности 1100 МПа. При изготовлении ПРЭ используют штамповку из полосового или периодического проката и традиционные методы упрочняющей технологии (закалка + отпуск), придавая поверхности трения твердость 38–43 НRC. Как показывает практика, закалка не дает существенного эффекта. Для современных условий обработки почвы необходимо обеспечить прочность материала изделия 1500–1800 МПа. Ударная вязкость должна соответствовать значениям не менее 0,8–1,0 МДж/м².

Для снижения интенсивности абразивного изнашивания необходимо обеспечить максимально возможную твердость поверхности – 60–65 НRC. Такие значения прочности, ударной вязкости и твердости при изготовлении деталей из сталей Л53 и 65Г традиционными технологиями (закалка + отпуск) не обеспечиваются [1].

Относительно недавно для плугостроения начали использовать сталь 60ПП, которая обеспечивает высокую твердость поверхностного слоя, предел прочности 1600–2100 МПа. При использовании такой стали можно получить в ходе термической обработки мелкозернистую мартенситную структуру с твердостью 58–59 HRC, тогда предел прочности закаленного слоя металла составляет 2300–2500 МПа, а ударная вязкость 0,8–1,0 МДж/м² [2].

Почворезущие детали серийного производства имеют фактическую наработку в 1,5–3,0 раза меньше заданной по нормативу, поэтому для эффективной обработки почв необходимо обеспечить прочность основного металла сменных деталей не менее 1500–1800 МПа, вместо 600–900 МПа. Ударная вязкость должна соответствовать значениям не менее 0,8 МДж/м². Поэтому для снижения интенсивности абразивного изнашивания необходимо обеспечивать максимально возможную для среднеуглеродистых сталей твердость поверхности на уровне максимальных значений, т.е. не менее 65–70 HRC. Такие значения прочности, ударной вязкости и твердости при изготовлении сменных деталей из указанных сталей традиционными технологиями (закалка ТВЧ, объемная термообработка) не обеспечиваются. Комплекс требуемых механических свойств обеспечивает плазменная закалка, являющаяся оптимальной по параметрам универсальности, доступности, экологичности и экономической эффективности. Она позволяет увеличить срок службы деталей гарантированно в 1,7–2,5 раза и сократить затраты на обслуживание и ремонт оборудования на 40–50 % [3]. Исходя из этого, проведем анализ конструкционных сталей, для изготовления сельскохозяйственных деталей машин (таблица).

Таблица – Сравнительные технико-экономические характеристики конструкционных сталей

Марка стали	Удельная вязкость КСУ, МДж/м ²	Твердость, HRC	Относительная износостойкость ϵ	Предел прочности σ_b , МПа	Отн. цпа ОЦ	Критерий оценки $K = ОЦ/\epsilon$
40X	0,30	55	2,6	1800	1,3	0,5
45	0,30	30	≤ 1	1050	1	1
40XC	0,60	57	2,8	2000	1,35	0,48
30XГСА	0,90	52	≤ 1	1700	1,25	1,25
65Г	0,30	48	1,86	1650	1,4	0,75
60ПП	0,90	58	2,5	1600	1,14	0,46

При выборе оптимальной марки стали можно использовать критерий оценки, равный соотношению $K = OЦ/ε$, который должен стремиться к минимальному значению [4]. Анализ характеристик сталей относительно стали 45 показывает, что эта сталь имеет самый малый предел прочности, относительную износостойкость, твердость и удельную вязкость, но и самую малую относительную цену по сравнению с другими сталями. Сталь 40Х значительно превосходит ее во всех показателях, но существенно дороже. Наиболее лучшим показателем в критерии оценки является сталь 60ПП. ПРЭ из этой стали обеспечивают не только высокий ресурс по износу, но и сохранность от деформации и изломов за счет более высоких значений прочности и ударной вязкости.

Для почвообрабатывающих элементов сельскохозяйственной техники наиболее целесообразно применение углеродистых конструкционных сталей пониженной прокаливаемости (60ПП и др.) в силу уникальности своих свойств при невысокой стоимости.

1. Повышение работоспособности деталей рабочих органов сельскохозяйственных машин / И.Н. Шило [и др.]; Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, Белорусский государственный аграрный технический университет. – Минск: БГАТУ, 2010. – 320 с.

2. Бетень, Г.Ф. Ресурсно- и энергосберегающие технологии и материалы для изготовления и упрочнения деталей рабочих органов сельскохозяйственных машин / Г.Ф. Бетень [и др.] // Доклады МНПК «Опыт, проблемы и перспективы развития технического сервиса в АПК». Минск, 15–8 апреля 2009 г. В 2-х частях, часть 1. – Минск: БГАТУ, 2009. – С. 30–43.

3. Бакижанова, Д.С. Плазменное упрочнение сменных деталей рабочих органов почвообрабатывающих машин / Д.С. Бакижанова, Б.Г. Жусин., А.Т. Канаев // Materialy VIII Mezinarodnaivedecko-prakticka konference "VZNIK MODERNIVEDECKE – 2012". Praha: Publishing House «Education and Science» s.r.o., 2012. – P. 83–87

4. Ерохин, М.И. Выбор марки стали для лемехов плуга / М.И. Ерохин, В.С. Новиков, Д.А. Сабуркин // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2008. – №1. – С. 5–8.