

Возможно такой подход реализовать и по техническим функциям. В этом случае на первом этапе приведенного алгоритма необходимо определить требуемую техническую функцию, привести её к типовому виду (согласно классификации типовых функций технических систем). Каждой технической функции (в базе их данных) соответствует определённый набор различных эффектов или их сочетаний. Выбор эффективного принципа действия осуществляется путём анализа рекомендованных эффектов, после чего переходят к реализации шагов 3 и 4.

На базе компьютерных технологий предложено создание автоматизированных банков инженерных знаний, предназначенных для выбора и обоснования новых конструкторско-технологических решений. Такие банки знаний будут иметь иерархическую структуру, обеспечивающую доступность их для различных пользователей – от студентов инженерных институтов (университетов) до высококвалифицированных специалистов.

### МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ РАБОЧИХ ОРГАНОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Бетенья Г.Ф., к.т.н., доцент, Анискович Г.И., к.т.н., доцент,  
Буховец А.П., к.т.н., доцент

*Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск*

Анализ конструкционных материалов, используемых в последние 15 лет предприятиями Республики Беларусь и другими государствами СНГ, свидетельствует о применении недорогих марок сталей, а также традиционных методов термообработки – закалки и отпуска. Твердость изделий составляет 35–48 HRC, прочность не превышает 900–1200 МПа, ударная вязкость находится в пределах 0,2–0,6 МДж/м<sup>2</sup> (таблица 3.1). Применяемые в настоящее время отечественными производителями стали марок 35; 45; 40X; Л53; 65Г; 55С2; 60С2 и др. не удовлетворяют требованиям изделий нового поколения из-за низкого уровня твердости и прочности. Такие изделия не могут полноценно конкурировать с изделиями ведущих западноевропейских фирм.

Таблица 3.1 – Материалы рабочих органов почвообрабатывающих машин

Марка стали	Вид термообработки	Массовая доля элементов, %						Механические свойства		
		C	Si	Mn	S	P	Cr	Твердость, HRC	Прочность $\sigma_b$ , МПа	Вязкость, МДж/м <sup>2</sup>
35	Закалка лезвия	0,36	0,22	0,65	0,04	0,035	0,25	39,5	735	0,29
50	ТВЧ	0,51	0,22	0,65	0,04	0,035	0,25	39,5	830	0,64
45	Закалка лезвия	0,46	0,22	0,65	0,04	0,035	0,25	45,5	750	0,60
40X	ТВЧ	0,40	0,22	0,65	0,035	0,035	0,95	45,5	1200	0,49
Л53	или объемная термообработка	0,52	0,35	1,45	0,04	0,035	–	48,5	800	0,60
65Г	термообработка	0,66	1,05	0,22	0,035	0,035	0,25	49,5	800	0,55
40Г2	Объемная термообработка	0,40	0,22	1,60	0,035	0,035	0,30	45,5	1040	0,29
60С2	термообработка	0,61	0,75	1,75	0,035	0,035	0,30	49,5	1100	0,23

За рубежом детали рабочих органов получают преимущественно из более прочных борсодержащих мало- и среднеуглеродистых сталей с добавками молибдена (0,02-0,03 %) и титана (0,012 %). Все борсодержащие стали содержат алюминий (0,028-0,08 %). Никель и медь присутствуют в качестве примеси в пределах 0,05-0,16 % и 0,03-0,20 % соответственно. Аналогами их в СНГ являются стали 30ГР, 40ГР, 30Г2Р и др. Применение таких сталей и специальных способов термической обработ-

### Секция 3. Инновационные технологии и технические средства в АПК

ки позволило достичь повышенных эксплуатационных свойств: твердости – до 48–2 HRC и прочности – более 1200 МПа.

Из приведенных в таблице 3.2 данных следует, что для деталей рабочих органов машин зарубежными фирмами-производителями используются преимущественно низкоуглеродистые, низколегированные стали с микролегированием бором и добавками молибдена, титана, ванадия. После термической обработки такие изделия обладают повышенной прочностью и ударной вязкостью. Микроструктурные исследования образцов деталей свидетельствуют о мелкозернистой структуре мартенсита отпуска.

В отдельных случаях для повышения износостойкости применяется наплавка твердыми сплавами или защита рабочих поверхностей износостойкими пластинами. Варианты зон упрочнения сменных деталей рабочих органов почвообрабатывающих машин западноевропейскими фирмами-производителями представлены на рисунке 3.1. Таблица 3.2 – Зарубежные материалы рабочих органов почвообрабатывающих машин

Наименование детали	Фирма, страна	Химический состав, %							Аналог стали
		C	Si	Mn	Cr	S	P	B	
Лемех долотообразный	«Rabewerk», Германия	0,39	0,24	1,36	0,13	0,026	0,018	0,004	40ГР
Лемех с накладным долотом	«Huard», Франция	0,28	0,30	1,16	0,42	0,009	0,009	–	30ГР
Лемех с накладным долотом	То же	0,31	0,31	1,48	0,48	0,021	0,011	0,006	30Г2Р
Лемех с накладным долотом	«Kvetekand», Норвегия	0,25	0,29	1,18	0,16	0,010	0,031	0,001	30Г2Р
Лемех трапециевидный	«Morris», Канада	0,90	0,29	0,76	0,12	0,035	–	–	У9
Лемех долотообразный	«BBC», Германия	0,45	1,06	1,52	0,19	0,035	0,029	–	45Г2С
Лемех долотообразный	«Raba», Венгрия	0,30	0,30	1,46	0,05	0,020	0,013	–	30Г2
Долото	«Case», США	0,44	0,24	1,46	0,14	0,023	0,012	0,041	45Г2
Долото	«Paraplaw», Англия	0,41	0,32	0,68	0,11	0,022	0,017	–	40

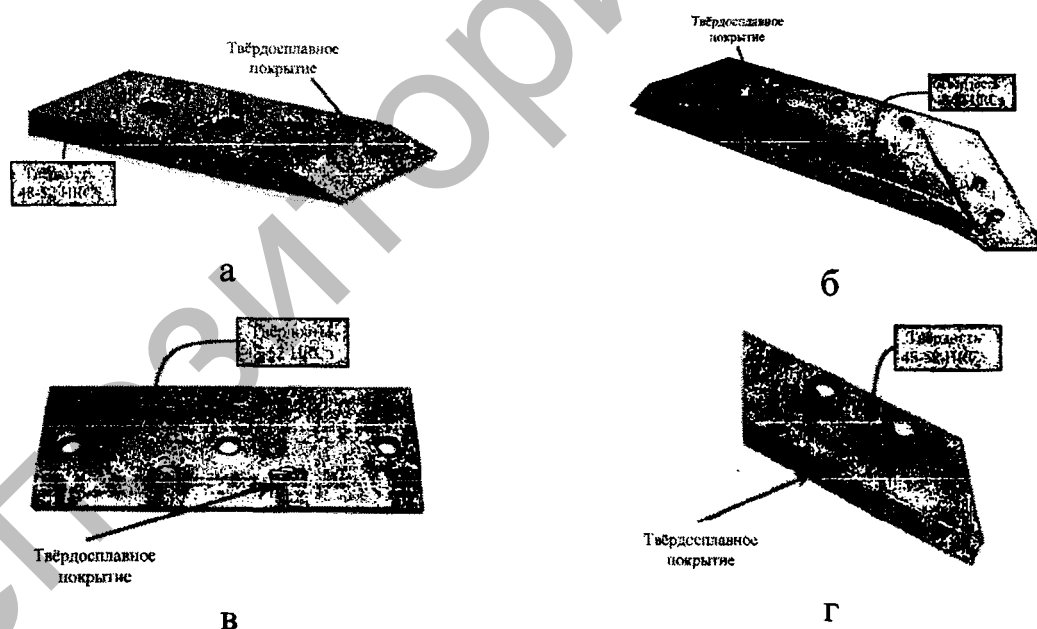


Рисунок 3.1 – Характерные упрочненные зоны сменных деталей корпуса плуга западноевропейских фирм-производителей: а – долото; б – лемех; в – полевая доска; г – лемех предплужника.

В последние годы на выставках сельскохозяйственной техники рекламировались экспонаты долот и лемехов корпусов плугов с наплавленными почворезущими профилями – как новое направление в решении проблемы повышения конструкционной износостойкости и надежности сменных деталей. На рабочей поверхности почворезущих профилей содержится твердосплавные пластины (рисунок 3.2) или

твердосплавные покрытия (рисунок 3.3). К числу упрочняемых поверхностей относятся также периферия крепежных отверстий. Можно предполагать, что твердосплавные покрытия выполняются с применением вольфрамсодержащих сплавов наплавочными методами.

Ведущие фирмы-производители деталей рабочих органов машин сельскохозяйственных машин выпускают широкий набор сменных деталей нового поколения: лемех, отвал, долото, полевая доска, диски борон, ножи измельчающих аппаратов кормоуборочных машин, ножи косилок, сегментные ножи кукурузных жаток, копачи и подрезающие ножи ботвы свеклоуборочных комбайнов, оборотные лапы и зубья культиваторов с активными рабочими органами, стрельчатые лапы, лапы глубокорыхлителей и др. Они характеризуются высокими физико-механическими свойствами и показателями работоспособности. Конкурентоспособность изделий обеспечивается наукоемкими технологиями обработки соответствующего стального проката.

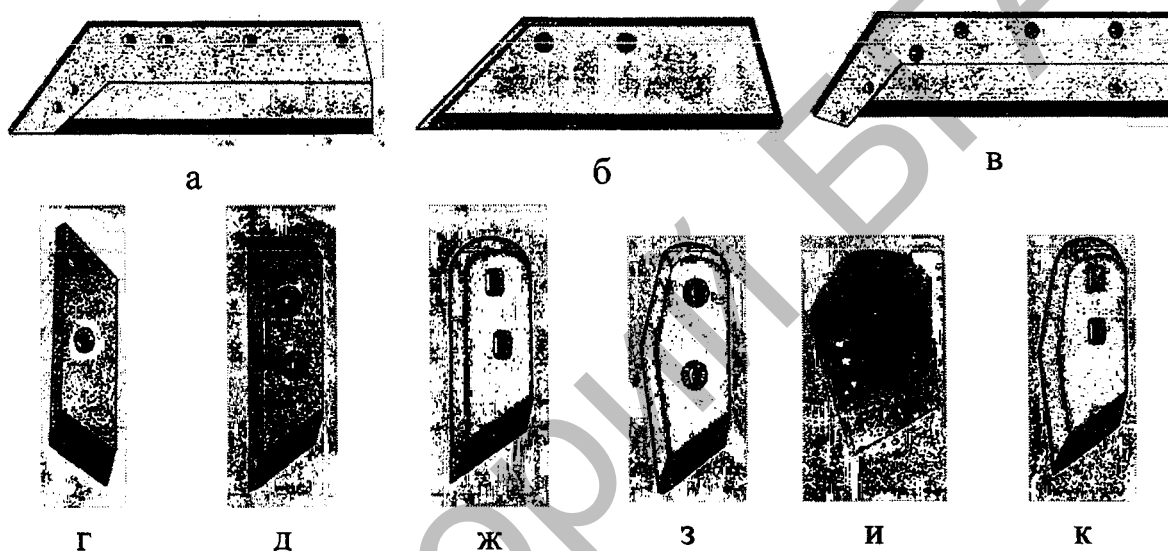


Рисунок 3.2 – Образцы лемехов (а, б, в) и долот (г, д, ж, з, и, к) с упрочненными почворезущими профилями

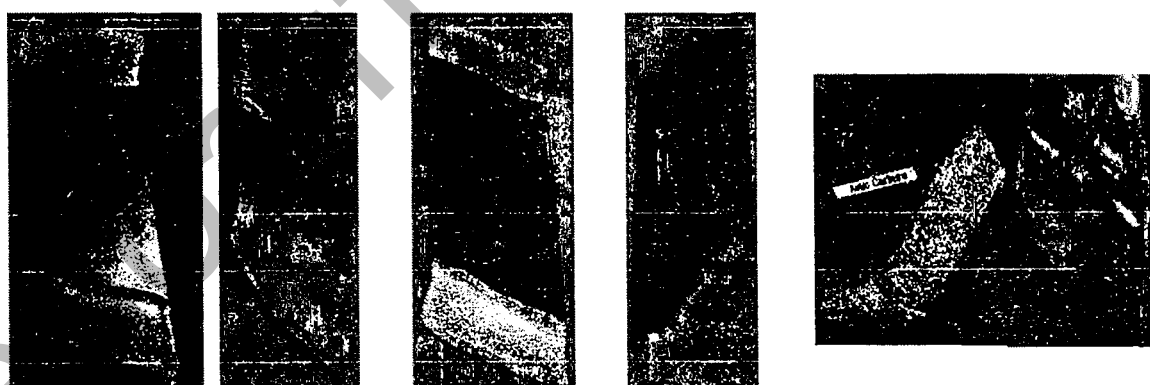


Рисунок 3.3 – Образцы долот с упрочненными почворезущими профилями твердосплавными покрытиями

Высокие показатели надежности деталей достигаются разработкой и реализацией западноевропейскими фирмами наукоемких технологий: «Conit» – Kverneland, Норвегия; «Triplex» и «Dreilagenmaterial» – Huard, Франция; «Rabid» – Rabewerk, Германия; – Rabe, Германия (рисунок 3.7). Применяются лазерные и плазменные способы упрочнения деталей в сочетании со специальными процессами термической обработки, а также новые материалы, например, «Permanit» – Vogel-Noot, Австрия.

Изделия, полученные с применением технологий «Conit» и «Triplex» обладают высокой конкурентоспособностью и наиболее соответствуют ударно-абразивным условиям эксплуатации. Отличительной особенностью этих изделий является 3-слойное поперечное сечение, так называемое диссипативное (градиентное) структурное строение. Поверхностные слои изделий имеют твердость до 67 HRC и высокую прочность 1200–1800 МПа. При этом сравнительно пластичная сердцевина обеспечивает повышенную ударную вязкость изделий. Названные технологии являются интеллектуальной собственностью разработчиков.

На рисунке 3.4 представлена схема распределения твердости в поперечном сечении изделия на примере отвала в зависимости от выбранного материала. Такие изделия характеризуются высокой работоспособностью в эксплуатационных условиях. Преимуществами используемых технологий и материалов для производства деталей являются: низкое содержание дорогостоящих легирующих элементов, хорошая закалываемость, детали обладают достаточной ударной вязкостью, простая и недорогая термообработка, малая чувствительность к появлению закалочных трещин и короблению, хорошая комбинация ударной вязкости и прочности.

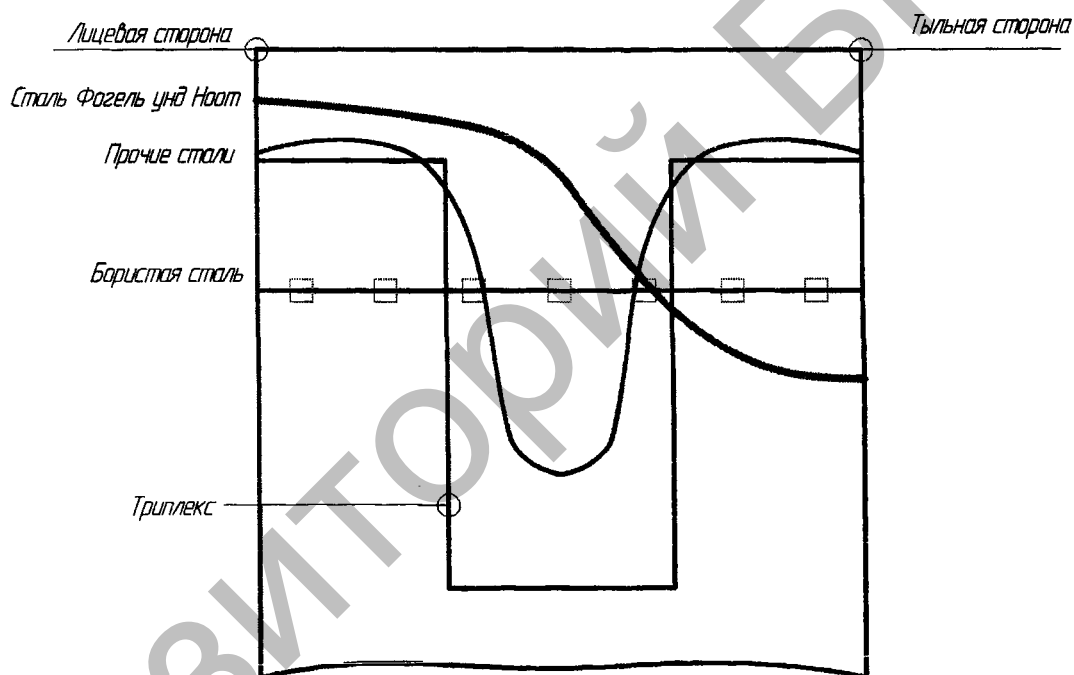


Рисунок 3.4– Схема распределения твердости в поперечном сечении отвала в зависимости от выбранного материала

Из приведенных результатов исследований видно, что для обеспечения конкурентоспособности лемехов и долот в отечественном производстве следует применять новые перспективные материалы, имеющиеся на рынке СНГ – стали пониженной прокаливаемости (ПП). Они имеют следующие модификации: сталь 55ПП – ГОСТ 1050-88 и сталь 60ПП – ТУ завода изготовителя. Эти материалы характеризуются следующим химическим составом: углерод – 0,5–0,65 %; марганец – 0,1–0,3 %; кремний – 0,1–0,3 %; хром, никель и медь – не более 0,25 % каждого.

При производстве деталей из этих материалов находят применение новые перспективные методы упрочнения. При этом детали из стали ПП имеют диссипативное строение. Твердость поверхностного слоя составляет 58–64 HRC при относительно мягкой сердцевине – 28–42 HRC. Они имеют высокий комплекс механических свойств: прочность 2100–2300 МПа, ударная вязкость 0,6–1,25 МДж/м<sup>2</sup>. По основным

техничко-экономическим показателям они превосходят материалы, используемые западноевропейскими производителями.

Таким образом, производство рабочих органов сельскохозяйственных машин предполагает использование современных наукоемких ресурсосберегающих технологий и материалов, обеспечивающих высокое качество продукции. В основу получения заготовок деталей рабочих органов должны быть положены методы плазменной и лазерной резки – раскройки листового проката, штамповки,ковки, поперечной и продольной клиновой прокатки. Особое внимание должно быть уделено технологии формообразования режущей части деталей. Обработку резанием при заточке лицевой части изделия должны заменить высокопроизводительные технологии с применением поперечной и продольной клиновой прокатки.

#### Литература

1. Технология, оборудование, автоматизация, неразрушающий контроль термических процессов на машиностроительных предприятиях: Сборник трудов / Под ред. П.С. Гурченко. – Минск: Издательство ОСПИ, 2005. – 104 с.
2. Conit, Rabid and Rabedur Rabewerk – Entwicklungen mit Höchster Materialqualität //Anbau – Drehpflüge. – 1994. – №7. – С. 26–27.
3. Landmaschinenwelt «97/98».Technische Anbeningen, Vorbehalten, 1997. – 181 с.

### РЕСПУБЛИКАНСКИЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ПО ВОЗОБНОВЛЯЕМЫМ И НЕТРАДИЦИОННЫМ ИСТОЧНИКАМ ЭНЕРГИИ

Гаркуша К.Э., к.т.н., доцент, Коротинский В.А., к.т.н., доцент  
*Белорусский государственный аграрный технический университет, г.Минск*

Целью создания Республиканского научно-практического центра по возобновляемым и нетрадиционным источникам энергии (РНЦ НВИЭ) является проведение энергосберегающей политики в Республике Беларусь путем пропаганды усовершенствованных и новых способов и средств энергосбережения и охраны окружающей среды.

#### Проблемы:

1. В современных рыночных условиях решение задачи оптимизации энергетических затрат в себестоимости производимой сельхозпродукции и снижение стоимости потребления электроэнергии сельскими жителями напрямую связано с активным использованием в аграрной сфере нетрадиционных источников энергии: солнечной, ветровой, биоэнергетики, отходов переработки леса, торфа и т.д.
2. Одной из основных проблем распространения новых технологий в энергетике состоит в недостаточном уровне знаний и компетенции в области современных методов производства электроэнергии, как специалистов, так и менеджеров, принимающих решения.
3. Необходимость улучшения научного, кадрового и информационного обеспечения по самым различным направлениям в сферах повышения эффективности использования топливно-энергетических ресурсов, местных видов топлива и нетрадиционных возобновляемых источников энергии, развития и модернизации энергетических мощностей.

Развитие многоуровневой системы образования в области энергетики должно включать: подготовку и повышение квалификации кадров, разработку единых методик обучения, согласно международным стандартам качества ИСО 9001-2000, трансфер технологий. Информационную поддержку обеспечат обучающие семинары; конференции; специализированные выставки; издание учебно-методических пособий и т.п.

Важным элементом информационной поддержки является создание Интернет-портала, который позволит: обеспечить доступ к полной, объективной информации о