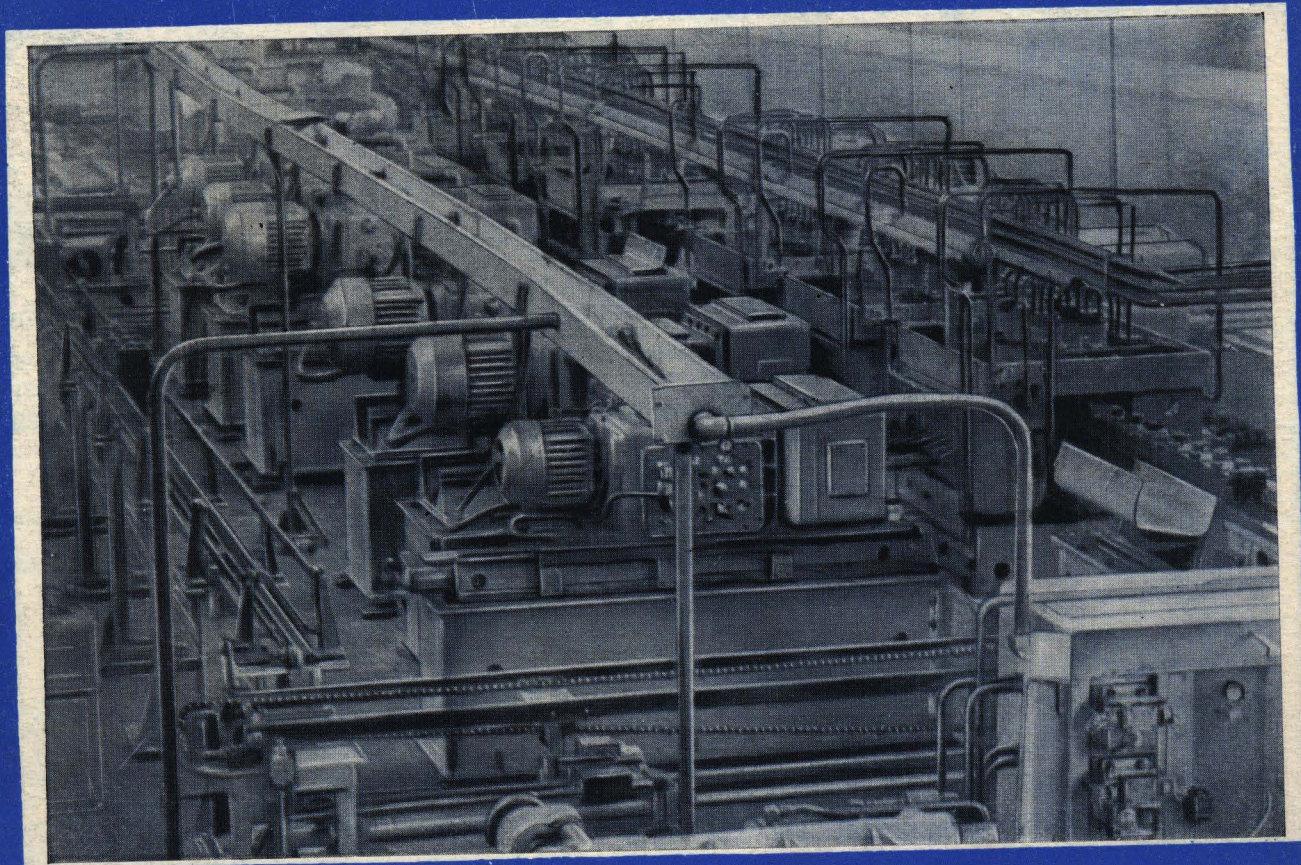




СТАНКИ и ИНСТРУМЕНТ

2
1966

Содержание

МАНУЙЛОВ Л. К. и ВОСКОБОЙНИКОВ Б. С. — Виброустойчивость протяжных станков и стойкость протяжек	1
ЕСАЯН М. А. и ХАЧИЯН М. Г. — Оценка вибраций металлорежущих станков в производственных условиях	5
ГОДОВИЧ Г. М. и ЧЕРПАКОВ Б. И. — Автоматическая подналадка бесцентрово-шлифовальных автоматов	7
САФРАГАН Р. Э. — Опыт внедрения фрезерных станков с числовым программным управлением	8
МОРДЕХАЙ В. М. — Переделка горизонтально-фрезерного станка для электрохимической обработки	12
ЛЕБЕДЕВ А. М., НАЙДИС В. А. и ОРЛОВА Р. Т. — Тиристорные электроприводы подачи тяжелых токарных и карусельных станков	13
КОРОБОЧКИН Б. Л. — Динамические характеристики дросселя с регулятором ВАКС Д. И. — Некоторые работы заводских технологических лабораторий	16
САКУЛЕВИЧ Ф. Ю. — Устройство для диагонального фрезерования	20
АЛЕНИН М. П. — Чистовое зубофрезерование жаропрочных сталей	22
ГРИБКОВ Ю. П., АЗАРХ С. Н. и ШНЫКИН Л. П. — Обработка кромок наклонных отверстий	24
МИТРОВИЧ В. П. и ФОМИЧЕВА М. К. — Влияние твердости на износостойкость чугуновых корпусных деталей шлифовальных станков	28
ШРАЙБМАН С. М. и ПОГОРЕЛОВ В. С. — Влияние закалки зубчатых колес с нагревом венца т.в.ч. на их точность	29
ГЕЛЛЕР Ю. А. и БУСУРИНА И. А. — Повышение стабильности размеров инструмента и деталей путем термообработки	32
ШУСТЕР Л. Ш. — Исследование шероховатости обработанной поверхности в связи с износом резца	33
МАЛКИН Б. М. — Универсальный малогабаритный заточной станок	34
ПОПОВ Г. С. и СУВОРОВ Б. Н. — Отрезные резцы с мелким порошком	36
БЕДРИКОВЕЦКИЙ М. Л., ПРИЗОЦКИЙ М. Л. и КОКОШКИН Г. А. — Упрощенный метод определения угла наклона профиля червячных фрез для прямо-боковых шлицев	39
ПРОСКУРЯКОВ Ю. Г. и РЫЖОВ И. С. — Чугунные шаржированные притиры	40
БЛИНОВ Ю. Е. и ТУГЕНГОЛЬД А. К. — Круговой оптический датчик	43

ИНОСТРАННАЯ ТЕХНИКА

АЛЛАН Х. КЭНДИ — Измерение цилиндрических косозубых колес с нечетным числом зубьев по двум роликам	43
РОЧЕК В. — Сверло для обработки сплавов алюминия	44

ИНФОРМАЦИЯ

Основные рекомендации Международной электротехнической комиссии по электрооборудованию металлорежущих станков	45
Новая гамма консольно-фрезерных станков	47
Новые станки	47

БИБЛИОГРАФИЯ

Рецензия	47
Книги, журналы	48

На первой странице обложки показана автоматическая линия мод. 1Л159, спроектированная СКБ-1 и изготовленная на станкозаводе им. Орджоникидзе. Линия предназначена для обработки наружного и внутреннего кронштейнов оси трактора. Ведущий конструктор линии Ф. В. Тарлавский. Краткое описание и техническая характеристика линии приведены на стр. 47.

Редакционная коллегия: АЛЕКСЕЕВ Г. А., АЧЕРКАН Н. С., БОБРИК П. И., ВЛАДИВЕВСКИЙ А. П., ВОРОНИЧЕВ Н. М., ДИКУШИН В. И., ИПОЛИТОВ Г. М., ИСАЕВ А. И., КАЛИНКОВ М. В., НИКИТИН Б. Д., НИКУЛИН Н. С., ПАВЛОВ А. А., РОМАНОВ К. Ф., ЧАРНКО Д. В., ШИРОКОВ В. А.

Гл. редактор А. Павлов

Издательство «МАШИНОСТРОЕНИЕ»

Адрес редакции: Москва К-12, ул. 25 Октября, д. 10. Тел. Б 1-41-32

Технический редактор Ф. П. Мельниченко

Корректор Р. Ф. Цветкова

Сдано в производство 6/XII—1965 г.
Формат бумаги 60 × 92¹/₈

Тираж 21280 экз.

6 п. л.

3 бум. л.

Подписано в печать 22/I—1966 г.
9 уч.-изд. л. Зак. 5540.

Типография изд-ва «Московская правда», Потаповский пер., 3

В. П. Митрович и М. К. Фомичева

Влияние твердости на износостойкость чугунных корпусных деталей шлифовальных станков

Определены влияние твердости металла и величины графитовых включений на износостойкость деталей, а также влияние сочетания чугунов на износ трущейся пары.

Одним из факторов, обуславливающих высокую долговечность и точность шлифовальных станков, является износостойкость их чугунных корпусных деталей. Существует мнение, что основной характеристикой чугуна, обуславливающей износостойкость при трении скольжения, является твердость. Поскольку опыт эксплуатации станков и специально проведенные исследования нередко опровергают этот взгляд, выяснение влияния твердости на износостойкость чугуна представляет большой практический интерес.

Изнашивание направляющих корпусных деталей шлифовальных станков любых моделей может быть вызвано как непосредственным взаимодействием поверхностей, разделенных слоем смазки, так и действием абразивных частиц, попавших извне. Изнашивание при трении со смазкой, не содержащей абразивных частиц, изучалось рядом исследователей. Одни из них [1] не обнаружили существенного влияния изменения твердости чугуна в пределах $HV\ 116-229$ на его износ. Другие [2]—[4] пришли к выводу, что твердость в пределах $HV\ 120-250$ не является мерой износостойкости направляющих. Высокая износостойкость может быть получена при умеренной твердости ($HV\ 160-180$). В то же время, по мнению этих авторов, на износостойкость пары чугун—чугун оказывает влияние соотношение твердостей обеих поверхностей. С увеличением разницы в твердостях износ пары уменьшается; вывод этот сделан на основании результатов, приведенных на рис. 1. Однако большой разброс опытных точек на графике свидетельствует о недостаточной обоснованности такого утверждения.

Те же взгляды изложены в работе [5], в которой говорится, что сопротивление износу при трении со смазкой лишь в ограниченной степени зависит от общей твердости. Наилучшими эксплуатационными свойствами могут обладать чугунные направляющие с твердостью в пределах $HV\ 180-240$. При этом отмечается (без экспериментального подтверждения), что с целью повышения износостойкости пары твердость подвижного ее элемента должна быть на 10—20 единиц по Бринеллю выше твердости неподвижного элемента.

Приведенные данные достаточно определенно свидетельствуют о том, что при взаимном износе чугунных поверхностей (со смазкой, не содержащей абразивных частиц) связь между

износом и твердостью чугуна либо совсем не проявляется, либо проявляется недостаточно четко.

Вопросы, касающиеся влияния вида материала и его термической обработки на изнашивание при трении со смазкой, содержащей абразивные частицы, изложены в работе [6]; однако в ней отсутствуют данные о связи между твердостью чугунов и их износом.

Исследования, описанные в работе [7], показали, что в предельно жестких условиях абразивного изнашивания при трении всухую об электрокорундовую полотняную ленту износостойкость чугуна повышается с увеличением его твердости. Можно ожидать, что при попадании абразивных частиц в смазку направляющих будет наблюдаться подобное явление. Однако для уточнения степени влияния твердости на износостойкость чугуна в этих условиях целесообразно проведение специальных экспериментов. Нуждается в уточнении также и вопрос о влиянии соотношения твердостей составляющих пары на износ.

В ЭНИМСе было проведено исследование влияния твердости чугуна на износ в условиях, близких к условиям изнаши-

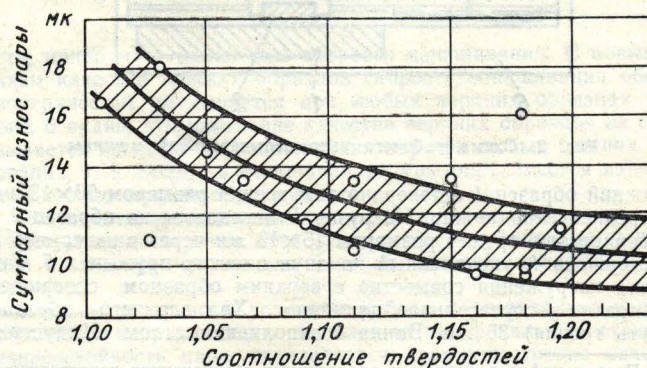


Рис. 1. Зависимость суммарного износа пары от отношения твердостей верхних и нижних поверхностей [4]

№ плавки	Химический состав в %								σ_B в кг/мм ²	$\sigma_{ц}$ в кг/мм ²	Твердость по Бринеллю		Примечание
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	S	P			стандартных образцов	образцов, испытанных на износ	
1	2,81	1,55	0,50	0,36	0,25	—	0,10	0,17	30,2	60,7	229	217*; 197**	— — — Модифицирование 75% - ным ферросилицием (0,7%) Добавка в шихту металлического никеля и молибдена Добавка в шихту 18% хальковского хромоникелевого чугуна Добавка в шихту мегаллического никеля, молибдена и феррохрома
2	3,07	1,76	0,84	0,13	0,17	—	0,10	0,27	23,6	46,8	197	187*; 170**	
3	3,26	2,02	0,60	0,12	0,16	—	0,10	0,23	19,1	32,9	167	167*; 143**	
4	2,80	1,62	0,88	0,27	0,17	—	0,07	0,19	31,0	49,7	255	217***	
5	3,0	1,62	0,69	0,20	1,64	1,0	0,07	0,17	34,5	60,5	293	248***	
6	2,80	1,94	0,97	0,86	0,45	—	0,04	0,23	—	66,8	285	229***	
7	3,14	1,74	0,87	0,42	1,05	0,75	0,06	0,14	29,0	60,0	255	215***	

* Образцы из брусьев толщиной 15 мм.

** То же 100 мм.

*** То же 50 мм.

вания направляющих шлифовальных станков. Испытанию подвергались пары из чугуна одинаковой и различной твердости; различная твердость образцов достигалась за счет изменения химического состава чугуна и скорости его охлаждения. Состав и основные механические свойства исследованных чугунов приведены в табл. 1.

Металлическая основа всех образцов — пластинчатый перлит. Исключением является чугун 32*, содержащий до 10% феррита. Фосфидная эвтектика во всех случаях расположена в виде разрозненных включений. Характеристика графитовой составляющей дана в табл. 2. Суммарную длину сечений графитовых включений на единице площади шлифа ΣL_2 мм⁻¹ и количество сечений n мм⁻² определяли на участках, равномерно расположенных на площади 2,4 см² шлифа по методике, приведенной в работе [8]. Среднюю длину сечений графитовых включений определяли по формуле

$$l_{cp} = \frac{\Sigma L_2}{n} \text{ мм.}$$

Условия изнашивания направляющих шлифовальных станков при попадании в смазку абразива имитировали на испытательной машине, рабочий узел которой показан на рис. 2.

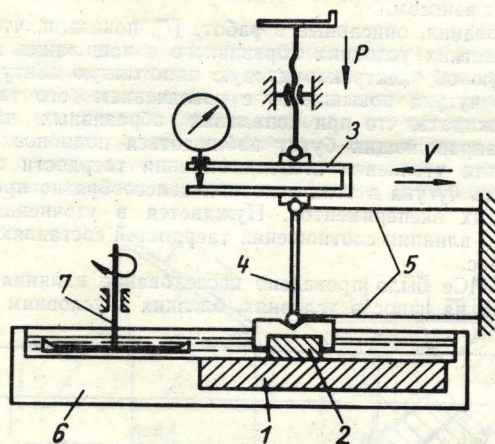


Рис. 2. Схема рабочего узла испытательной машины

Нижний образец 1 с поверхностью трения размером 50×13 мм закреплен неподвижно. Нагрузка P передается на образец 2 с поверхностью трения размером 15×13 мм через динамометр 3 и стержень 4, укрепленный на двух плоских пружинах 5. Система нагружения совместно с верхним образцом совершает возвратно-поступательное движение. Ход верхнего образца (путь трения) 35 мм. Ванна 6 заполнена маслом «Индустри-

* Первая цифра в данном и аналогичных обозначениях характеризует номер плавки по табл. 1, вторая — условно толщину заготовок (1 означает $\delta = 15$ мм, 2 означает $\delta = 100$ мм); для образцов, заготовки которых имели толщину 50 мм, вторая цифра отсутствует.

альное 20», содержащим 0,5% электрокорундового порошка с размером частиц до 5 мк. Мешалка 7 поддерживает абразив в взвешенном состоянии и обеспечивает равномерность его поступления на поверхности трения. Приработка образцов производилась при нагрузке 7 кг/см² и средней скорости скольже-

Таблица 2

Чугун	Суммарная длина сечений графитовых включений на единице площади шлифа ΣL_2 в мм ⁻¹	Количество сечений на единице площади шлифа n в мм ⁻²	Средняя длина сечений графитовых включений l_{cp} в мм
11	7,37	190	0,039
12	8,13	122	0,067
21	13,41	227	0,059
22	9,38	109	0,086
31	14,36	287	0,050
32	10,00	98	0,102
4	5,95	92	0,065
5	7,20	128	0,056
6	9,63	181	0,053
7	11,00	194	0,056

ния 0,06 м/сек; на этом же режиме проводились испытания в течение 2 ч. Износ определяли взвешиванием образцов на аналитических весах с точностью 0,0002 г.

В первом этапе работы верхние и нижние образцы изготовлялись из одинакового материала. Результаты испытаний приведены на рис. 3. Расположение опытных точек, особенно в

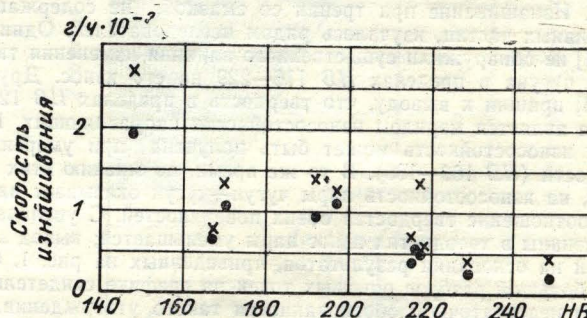


Рис. 3. Влияние твердости чугуна на скорость изнашивания: точки — скорость изнашивания верхних образцов, крестики — нижних образцов

пределах HB 160—220, свидетельствует об отсутствии явно выраженного влияния твердости чугуна на его износ. Наибольший износ был у чугуна 32, в структуре которого содержалось до 10% феррита. При сопоставлении величин износа (рис. 3) и характеристик графитовых включений (табл. 2) обращает внимание наличие некоторой связи между ними. Связь становится более наглядной, если исследуемые образцы разбить на две группы (I и II) в зависимости от l_{cp} (табл. 3).

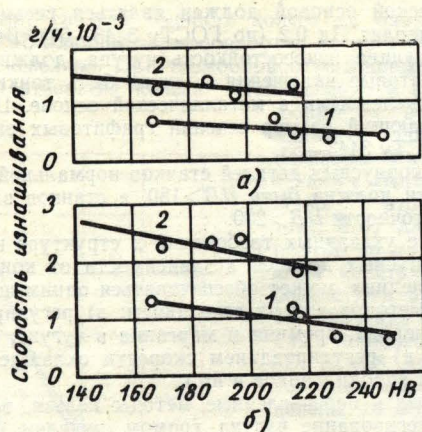


Рис. 4. Зависимость скорости изнашивания чугуна от его твердости: а — скорость изнашивания нижних образцов; б — скорость изнашивания пары; 1 — чугун с $l_{cp}=0,06\pm 0,10$ мм, 2 — с $l_{cp}=0,04\pm 0,055$ мм

Таблица 3

Группа	Чугун	Износ нижних образцов в $г/ч \cdot 10^{-3}$	Износ пары в $г/ч \cdot 10^{-3}$	l_{cp} в мм	НВ
I	5	0,4	0,6	0,055	218
	6	0,4	0,6	0,053	229
	11	0,5	1,0	0,040	217
	7	0,7	1,1	0,055	215
	31	0,7	1,3	0,050	167
II	4	1,3	1,8	0,065	217
	12	1,2	2,3	0,067	197
	21	1,4	2,3	0,069	187
	22	1,3	2,3	0,086	170
	32	2,7	4,6	0,100	143

Переход от чугуна с $l_{cp}=0,065\pm 0,100$ мм к чугуну с $l_{cp}=0,04\pm 0,055$ мм (Гд4, Гд5; ГОСТ 3443—55) приводит примерно к двукратному уменьшению скорости изнашивания при тех же твердостях, а увеличение твердости чугуна каждой из групп на 60—70 единиц по Бринелю способствует снижению скорости изнашивания в 2—2,5 раза. Для чугуна с близкими значениями l_{cp} наблюдается довольно четкая связь между твердостью и скоростью изнашивания (рис. 4).

Полученные результаты свидетельствуют о том, что износ чугуна в условиях, имитирующих условия работы направляющих шлифовальных станков, когда между их поверхностями попадают абразивные частицы, зависит как от размера графитовых включений, так и от твердости чугуна.

Таблица 4

№ серии	Сочетания твердостей образцов			
1	217	217	217	217
	143	167	170	217
2	187	187	187	187
	143	147	170	217
3	170	170	170	170
	143	170	187	217
4	143	143	143	143
	143	167	170	217

Во втором этапе работ было испытано несколько серий пар; в каждой серии верхние образцы изготавливались из одного материала, а нижние — из разных (в различных сериях материал верхних образцов менялся). Испытывались образцы из чугунов 11, 21, 22, 31, 32, свойства которых приведены в табл. 1 (плавки № 1, 3, 4, 5 и 6). Сочетания твердостей испытанных пар приведены в табл. 4. В числителе дроби, обозначающей пару, дана твердость верхних образцов, в знаменателе — ниж-

них. Аналогично испытывались серии пар, в которых нижние образцы были изготовлены из одного материала, а верхние — из различных (табл. 5). Испытывалось не менее пяти комплектов образцов с одинаковым сочетанием твердостей.

Таблица 5

№ серии	Сочетания твердостей образцов			
1	217	187	170	143
	217	217	217	217
2	217	187	170	143
	170	170	170	170
3	217	187	167	143
	167	157	167	167
4	217	187	170	143
	143	143	143	143

Изменение износостойкости образцов, наблюдаемое при переходе от одного их сочетания к другому, обусловлено изменением состава, структуры, твердости и других характеристик чугуна, в совокупности определяющих его качество в отношении износостойкости. Из рис. 5 следует, что изменение качества нижних образцов, условно оцениваемое величиной твердо-

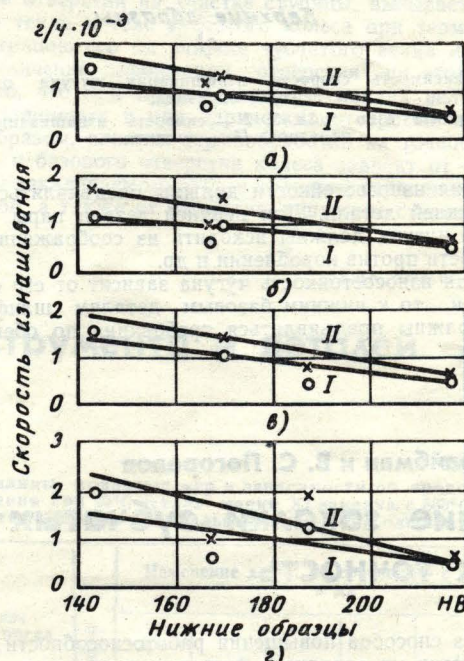


Рис. 5. Зависимость скорости изнашивания чугуна от качества нижних образцов:

а — г — серии 1—4 по табл. 4; I — скорость изнашивания верхних образцов; II — нижних

сти, приводит к изменению скорости изнашивания. С повышением качества нижних образцов скорость изнашивания обеих поверхностей уменьшается при любых верхних образцах. Из рис. 6 видно, что изменение качества верхних образцов не сказывается на скорости изнашивания пар при любых нижних образцах, т. е. скорость изнашивания пары определяется износостойкостью нижних образцов.

Результаты проведенных опытов, а также анализ данных литературных источников позволяют дать следующие рекомендации по выбору чугуна для базовых деталей шлифовальных станков.

1. Применительно к условиям работы горизонтально расположенных направляющих скольжения шлифовальных станков износостойкость пары определяется преимущественно качеством чугуна нижней детали (станиной в узле станина—стол, крестовым суппортом в узле крестовый суппорт—стол и т. д.). В связи с этим наиболее жесткие требования по качеству с

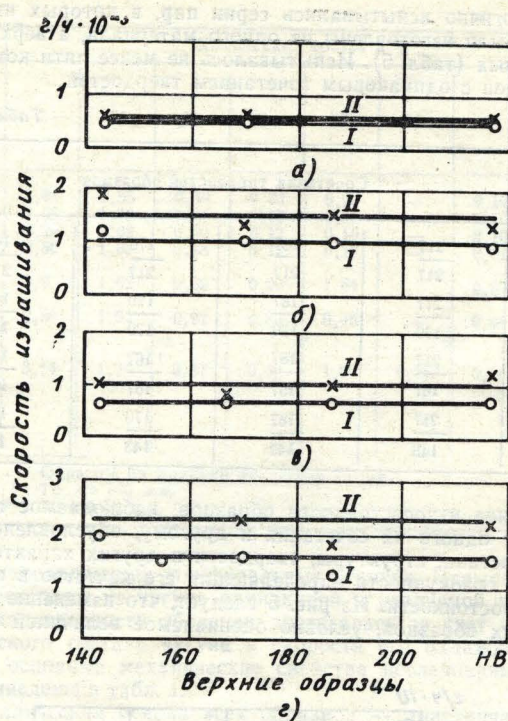


Рис. 6. Зависимость скорости изнашивания чугуна от качества верхних образцов:
а — г — серии 1-4 по табл. 5; I — скорость изнашивания верхних образцов, II — нижних

точки зрения износостойкости должны предъявляться к материалу нижней детали. Для верхней детали пары требования к качеству чугуна должны исходить из соображений прочности, стойкости против коробления и др.

2. Так как износостойкость чугуна зависит от его структуры и твердости, то к нижним базовым деталям шлифовальных станков должны предъявляться требования по обоим характеристикам.

3. Металлической основой должен являться весьма тонкопластинчатый перлит Пд 0,2 (по ГОСТу 3443—57). Включения феррита, снижающие износостойкость чугуна, должны отсутствовать. Графитовые включения должны быть тонкими, равномерно распределенными в металлической основе. Целесообразен преобладающий размер сечений графитовых включений Гд4, Гд5 по ГОСТу 3443—55.

4. Твердость корпусных деталей станков нормальной и повышенной точности должна быть $HB > 180$, а станков высокой и особо высокой точности $HB > 200$.

5. Соблюдение указанных требований к структуре и твердости чугуна корпусных деталей в зависимости от конструкции и размеров последних может обеспечиваться одним из перечисленных ниже методов или их сочетанием: а) регулированием содержания углерода, кремния и марганца в чугуне; б) модифицированием; в) регулированием скорости охлаждения (путем применения холодильников и пр.).

Если реализовать перечисленные методы нельзя, то можно осуществлять легирование чугуна хромом, никелем, молибденом и другими элементами.

Литература

1. Розенберг Е. М. Исследование износа чугуна при возвратно-поступательном движении. Всесоюзная конференция по трению и износу в машинах. Доклады. Т. 1. М., Изд-во АН СССР, 1939.
2. Opitz H. und Escher K. Untersuchungen über das Verschleißverhalten von gußeisernen Gleitflächen. — «Werkstattstechnik und Werksleiter», 1934, Ig. 34, H. 3.
3. Opitz H. und Escher K. Gleiteigenschaften gußeisernen Gleitführungen. — «Werkstattstechnik und Werksleiter», 1942, Ig. 36, H. 11/12.
4. Opitz H. und Escher K. Gleitführungen aus Gußeisen und Kunststoffen. — «Maschinenbau der Betrieb», 1942, Bd. 21, H. 7.
5. Angus H. T. The use of cast iron under conditions of abrasive, dry and lubricated wear. — «B.C.I.R.A.-Journal».
6. Лapidус А. С., Решетов Д. Н. Выбор материала и конструкции направляющих, методы повышения их долговечности. — «Станки и инструмент», 1959, № 11.
7. Хрущов М. М. и Бабищев М. А. Исследования изнашивания металлов. М., Изд-во АН СССР, 1960.
8. Салтыков С. А. Стереометрическая металлография. Металлургиздат, 1958.