

**Литейное  
материаловедение,  
специальные способы  
литья**

*This article shows the possibility of using special high-duty cast irons, received by a «Freezing-up» technology of continuous-iterative casting, for producing friction discs.*

А. М. БОДЯКО, А. А. БОДЯКО, С. Ю. ОСТАЛЬЦЕВ,  
А. А. СУПОНЕВ, УЧНПП «ТЕХНОЛИТ», В. Г. ЕРМАЛЕНКО, РУП «МТЗ»

УДК 621.74

**ПРИМЕНЕНИЕ СПЕЦИАЛЬНЫХ ЧУГУНОВ,  
ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ НАМОРАЖИВАНИЯ,  
ДЛЯ ФРИКЦИОНОВ МУФТ СЦЕПЛЕНИЯ**

Одна из главных проблем при эксплуатации техники – изнашивание деталей машин и механизмов. На устранение последствий (включая аварии) процесса изнашивания тратится огромное количество финансовых средств. Естественно, что борьба с износом машин является, по сути, одним из главных направлений в развитии машиностроения. На сегодняшний момент основным методом решения данной проблемы является внедрение в производство новых прогрессивных технологий и материалов.

Важными составляющими эффективности работы проектируемых машин и механизмов являются применяемые для их производства материалы, призванные обеспечить возрастающие требования к прочности, надежности и долговечности узлов и деталей. Поскольку спрос всегда рождает предложение, то в современном динамично развивающемся мире появляются как собственно новые материалы, так и новые технологии производства, позволяющие от традиционных материалов получать качественно новые свойства.

Чугуны, являющиеся хорошим материалом с высокими антифрикционными свойствами, имеют ограниченное применение при динамических нагрузках в силу низких прочностных характеристик при получении традиционными методами литья. В то же время новые подходы к получению отливок на основе современных разработок в области теплофизики позволяют получать отливки из чугуна с высокими прочностными и износостойкими характеристиками. В результате такие чугуны могут быть эффективно использованы как полноценные конструкционные материалы при проектировании узлов и деталей, работающих в услови-

ях трения–скольжения при высоких контактных и динамических нагрузках, в том числе взамен традиционно используемых легированных сталей и антифрикционных бронз.

В силу названных причин при проектировании пар трения–скольжения с высокими контактными и динамическими нагрузками традиционно использовали антифрикционные бронзы и легированные конструкционные стали типа 45, 40Х, 45Х, 65Г и другие с последующей термоупрочняющей обработкой.

Актуальной представляется задача замены в подобных фрикционных узлах указанных сталей и бронз на специальные износостойкие чугуны.

Гидроподжимная муфта трактора Беларус-1221 (рис. 1) устанавливается в коробку перемены передач и позволяет безостановочно без разрыва потока мощности включать и выключать передний мост. При включении передачи масло под давлением подается в рабочую полость, поршень толкает вращающиеся на входном валу ведущие диски до зацепления с ведомыми, которые передают вращение выходному валу. Передача крутящего момента происходит плавно благодаря трению–скольжению, возникающему между поршнем и ведущим диском, а также между ведущим и ведомым дисками. Специфика работы узла заключается в высоком (до 20 атм) давлении и возникающей в результате силы трения–скольжения между подвижными частями узла, в частности, между поршнем и дисками. В таких условиях происходит повышенный износ поршня и фрикционных дисков. Такие требования к материалу, как высокие антифрикционные свойства, износостойкость, наряду с высокой конструкционной прочностью вынуж-

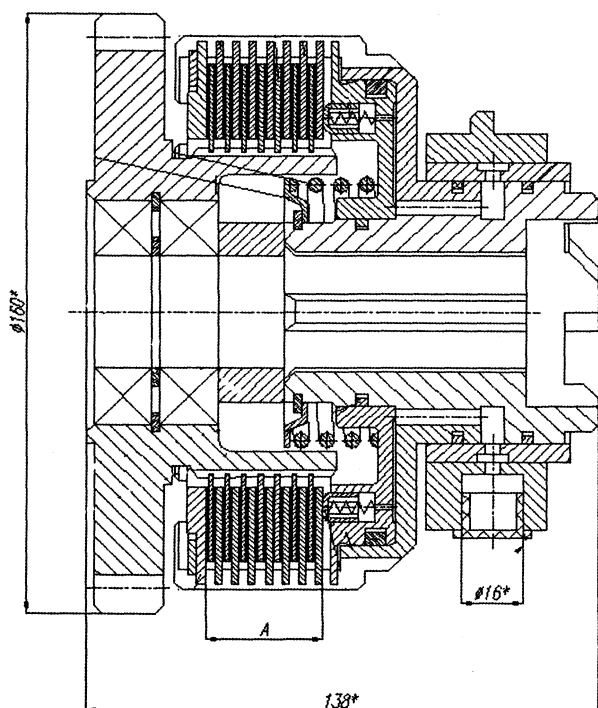


Рис. 1. Гидроподжимная муфта трактора Беларус-1221

дают конструкторов использовать в качестве материала для фрикционных дисков легированные стали.

По этой причине смелым решением было предложить в качестве материала для фрикционного диска специальный перлитный чугун с шаровидным графитом, получаемый непрерывно-циклическим литьем намораживанием (НЦЛН). При литье методом НЦЛН отливку извлекают при температуре, максимально приближенной к теоретически возможной, причем температура внутренней поверхности приблизительно равна температуре солидуса (рис. 2).

Далее, управляя скоростью охлаждения, можно получить структуру металлической основы от перлитной до ферритной с любым заданным содержанием феррита (рис. 3). Для этого используют

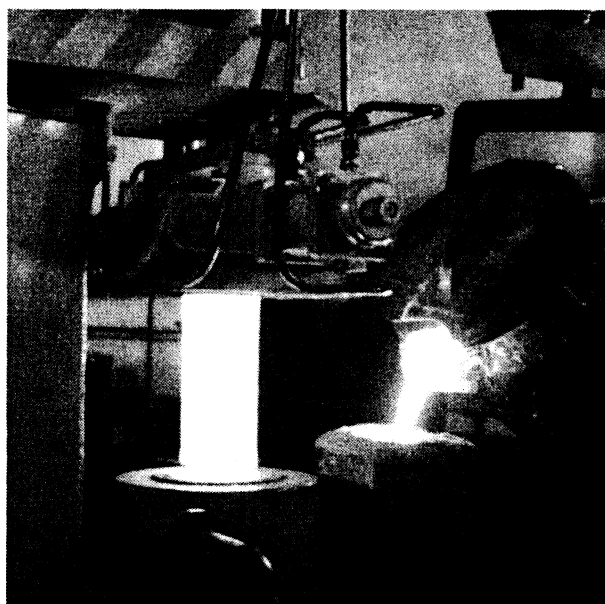


Рис. 2. Процесс непрерывно-циклического литья полых заготовок без стержня

специальные футерованные камеры, где отжиг отливок происходит за счет теплоты, аккумулированной ими при кристаллизации. При этом длительность отжига в зависимости от конфигурации и массы отливки составляет всего лишь 1–3 мин. Шаровидный графит в меньшей степени, чем пластинчатый, ослабляет сечение металлической матрицы и главное не является таким сильным концентратором напряжений.

Чугун, получаемый методом НЦЛН, не сравним ни с одним из чугунов, получаемых литьем традиционными способами, по показателям химический состав/свойства. Специалистами предприятия разработан специальный химический состав для придания высоких износостойких и пластических свойств готовому изделию.

Высокодисперсная структура металла в рабочей зоне диска с равномерно распределенным шаровидным графитом обеспечивает высокую изно-

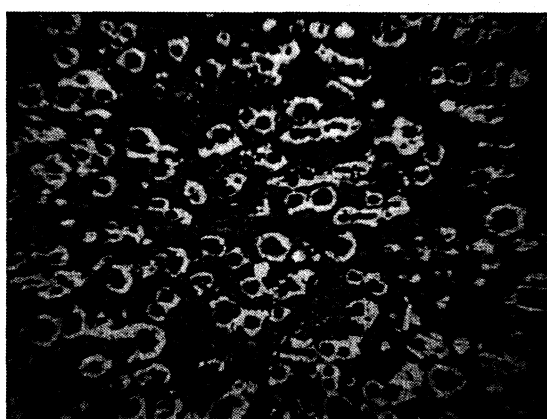


Рис. 3. Микроструктура специального чугуна ВЧШГ.  $\times 100$

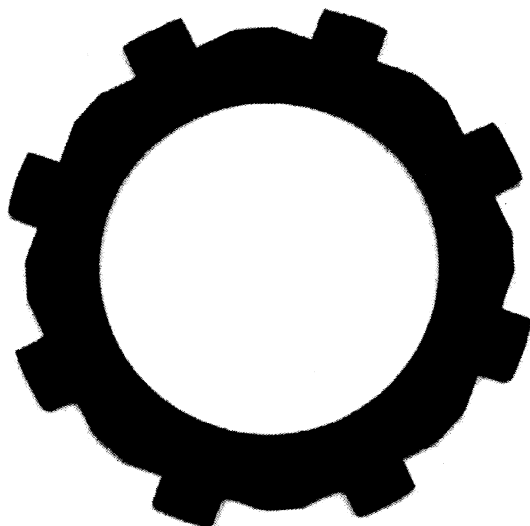


Рис. 4. Распределение закалочных зон фрикционного диска. Габаритные размеры диска: диаметр наружный 145 мм, диаметр внутренний 92 мм; толщина 1,8 и 2,0 мм

состойкость. По мере того, как графит вымывается из сферических лунок на поверхности детали, в них за счет высокой гигроскопичности накапливается масло. Форма графита способствует задержанию смазки, что, несомненно, повышает показатели износостойкости.

Высокие антифрикционные свойства чугуна наблюдаются при твердости, существенно меньшей, чем у сталей. Сталям для придания антизадирных свойств придают высокую твердость и наносят антифрикционные покрытия, чугун же обладает такими свойствами благодаря своей структуре.

Для придания высоких износостойких свойств разработали специальный способ пакетной закалки фрикционных дисков с обдувом в струе сжатого воздуха. Распределение закалочных структур по сечению диска обуславливает высокую (108–110 HRB) твердость снаружи диска – по линии зацепления с барабаном и посадки на вал, и более низкую, но достаточную для обеспечения износостой-

кости (102–106 HRB) твердость во внутренних областях диска (рис. 4).

Это обеспечивает повышенную ударную вязкость, а, следовательно, и прочность диска. Вместе с тем, высокодисперсная перлитно-мартенситная структура в наружных областях диска (рис. 5) и перлитная во внутренних обеспечивают необходимую износостойкость в условиях высоких контактных и ударных нагрузок.

Испытания промышленной партии проводили на испытательном участке Минского тракторного завода. Основными критериями при определении соответствия детали требованиям работы узла являются обеспечение крутящего момента, наработка до критического износа.

Сравниваемые образцы – диски фрикционные из стали 65Г; диски фрикционные из специально-го чугуна.

Для изучения влияния свойств материала на эксплуатационные показатели были изготовлены диски с перлитной матрицей (П96) и перлитно-ферритной с содержанием феррита 35% в основной рабочей зоне. Также для изучения влияния формы и размеров графитных включений были получены образцы дисков с различным размером графита Гр15–25 и Гр25–45.

У специалистов возникали опасения в части обеспечения крутящего момента, так как в чугуне присутствует углерод в виде графита, который, являясь естественной смазкой, может снижать момент трения–скольжения. Однако в результате стендовых испытаний опасения не подтвердились – муфты выдерживали заданный крутящий момент.

Лучшие результаты по износостойкости показали диски из чугуна с перлитной матрицей П96 и размером графитовых включений Гр25–45. Результаты по износостойкости стали 65Г были несколько ниже. При этом стоимость дисков из чугу-

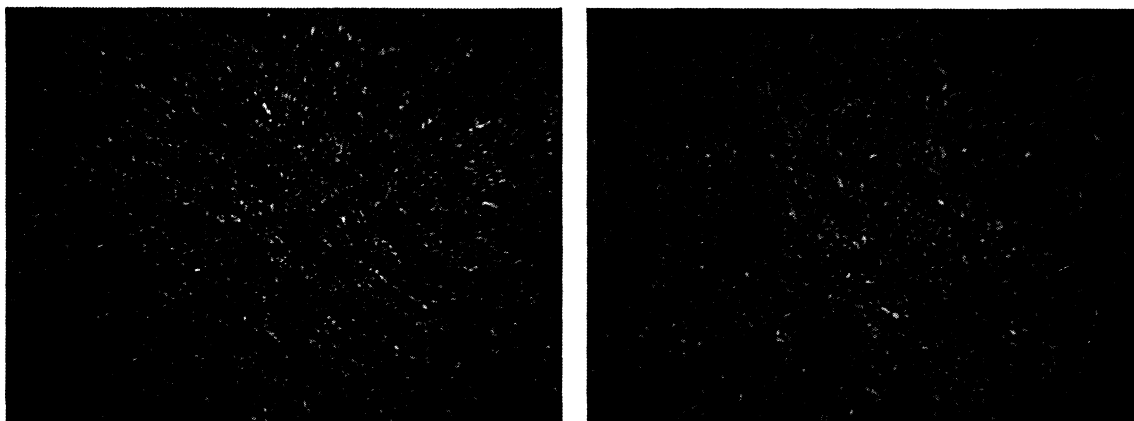


Рис. 5. Микроструктура наружной зоны фрикционного диска.  $\times 100$

на почти в 2 раза меньше в сравнении со стальными аналогами.

Таким образом, установлено, что специальный износостойкий перлитный чугун с шаровидным графитом может быть достойным конструкцион-

ным материалом для производства фрикционных дисков. Такие диски и поршни УЧНПП «Технолит» более года поставляет Московскому ремонтному заводу, Кировскому РАПТС. Замечаний по эксплуатации нет.