

Если молотковая дробилка проектируется по данным работы аналогичной дробилки, то её производительность может быть определена по формулам К.А. Разумова:

$$Q = Q_1 k_1 k_2 \frac{D_p L_p a}{D_{p1} L_{p1} a_1}, \text{ т/ч}; \quad Q = Q_1 k_1 k_2 \frac{Na}{N_1 a_1}, \text{ т/ч},$$

где Q_1 – производительность работающей дробилки на дробимом материале, принятом за эталон, т/ч;

k_1 – коэффициент измельчения дробимого материала;

k_2 – коэффициент, учитывающий разницу в крупности дробимого материала проектируемой дробилки и работающей дробилки;

D_p и D_{p1} – диаметр ротора по концам молотков проектируемой и работающей дробилок;

L_p и L_{p1} – длина ротора проектируемой и работающей дробилок;

a и a_1 – ширина щели между колосниками соответственно проектируемой и работающей дробилок;

N и N_1 – мощность, потребляемая дробилкой проектируемой и работающей.

Диаметр ротора определяется с учётом крупности дробимого материала исходя из соотношений между размером максимального куска материала и элементами ротора.

Диаметр ротора для молотковых дробилок с вертикальной загрузкой дробимого материала, при которой имеет место дробление кусков ударами молотков на ленту, может быть определён по формуле:

$$D_p = 3d + 550 \text{ мм},$$

где D_p – диаметр ротора по концам вращающихся молотков, мм;

d – наибольший размер кусков дробимого материала, мм.

Для дробилок с подачей дробимого материала сбоку ротора по наклонной плите или когда дробление материала осуществляется на самой плите, диаметр ротора определяют по формуле:

$$D_p = 1,65d + 520 \text{ мм}.$$

Диаметр, определяемый по этим формулам, может корректироваться в зависимости от требуемой производительности дробилки, только в сторону увеличения.

Длина ротора должна быть соразмерна с его диаметром: $L_p = (0,8 \div 1,5)D_p$.

Предпочтительная длина ротора по конструктивным соображениям находится в пределах $L_p = (0,8 \div 1,2)D_p$.

УДК 621.9.025.748.62

НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫЕ ПОКРЫТИЯ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Рябцев Я.А., Касач Ю.И.

Филиал БНТУ «Минский государственный политехнический колледж»)

Abstract. A review of nanostructured coatings of a cutting tool performed by physical and chemical deposition is presented. The technological capabilities of cutting instrumentality of wear-resistant coatings are described.

Одной из важнейших составляющих процесса металлообработки является инструмент, а именно, его механические свойства, ввиду высоких напряжений и температур, возникающих в зоне резания. На данный момент не найдено материала, обладающего одновременно и высокой твердостью, и высокой прочностью. Также проблемой является химическая активность материала. Для уменьшения интенсивности износа проводилась разработка материалов и модификация их структур, покрытий, испытаний и технологий обработки. Исследования идут и по сей день, так как увеличение производительности механической обработки дает значительное повышение эффективности производства в целом. Нанопокрывтия – один из наиболее эффективных способов улучшения режущей части инструмента.

За счёт нанесения на рабочую поверхность покрытий, сочетающих в себе слои твердых и вязких материалов, возможно увеличение скорости резания до двух раз, и стойкости до шести раз по сравнению с инструментом из того же материала без покрытия. В качестве субстрата могут выступать как твердые сплавы, которые могут быть дополнительно покрыты керамическим слоем, так и быстрорежущая сталь [5].

Как правило, в случае стандартных покрытий, применяется следующая структура нанокompозита:

- поверхностный слой, образованный твердым жаропрочным и химически инертным соединением с низким коэффициентом трения.

- адгезионный слой, образованный титаном, цирконием, или их нитридами. Служит для соединения покрытия и субстрата, ввиду их низких адгезионных свойств, а также восстановления повреждений субстрата, в виде царапин, трещин и раковин, которые являются причиной хрупкой деформации режущей части.

Между ними может располагаться промежуточный слой нитрида титана, циркония или хрома, который также повышает адгезию [1].

Износостойкие покрытия наносятся двумя методами: методом химического осаждения (Chemical Vapour Deposition, далее – CVD) и методом физического осаждения (Physical Vapour Deposition, далее – PVD). Все покрытия могут быть нанесены обоими методами, но между ними есть существенные отличия, как в экономической составляющей производства, так и в качестве покрытия.

Технологию CVD на данный момент можно признать малоиспользуемой, ввиду того, что технология нанесения более сложная и стоимость получения покрытий выше чем при альтернативной технологии. Так же размер зерна покрытия CVD больше, чем при нанесении по технологии PVD.

Рассмотрим наиболее распространённые материалы поверхностного слоя:

Стандартное покрытие нитрида титана (TiN) дает значительное увеличение срока службы инструмента и возможность повышения режимов резания. Максимальная температура в зоне резания достигает 600°C. Так, первые исследования компании Sandvik coromant в 1969 году показали, что нанесение слоя 5мкм, увеличивает период стойкости в пять раз [4].

Свойства титан алюминий нитридных (Ti, Al N) покрытий разнятся в зависимости от процентного содержания титана и алюминия. При увеличении содержания алюминия повышается твердость и жаропрочность. Так, показатели могут достигать 3500HV, при температуре 900°C и меньшей толщиной слоя, чем у нитрида титана. Существует модификация этого соединения с уменьшенным размером зерна, позволяющая уменьшить толщину слоя без потерь свойств [2].

Еще более совершенным является силицид титан алюминия ((Ti, Al)Si/(Al,Ti)Si)). Как и в случае с нитридом, за счет добавления алюминия, слой становится намного прочнее (4000HV) и может использоваться при температуре 1100°C, что является ощутимым преимуществом при работе с труднообрабатываемыми материалами, на высоких

скоростях резания. Стоит заметить, что у данного материала коэффициент трения выше, чем у предыдущих что обуславливает большее тепловыделение в рабочей зоне [4].

Сложный композит на основе карбидов и нитридов титана, алюминия и кремния (Ti, Al, Si)(C, N), с субстратом из оксида алюминия (Al₂O₃). На данный момент он является лучшим сочетанием компонентов для обработки металлов. В 2013 году Sandvik Koromant провела испытания. Его результаты крайне показательны, например, стойкость инструмента стала выше в 175 раз, при рабочей температуре 600°C [2].

Также существует на данный момент несовершенная технология образования алмазоподобных покрытий керамическом субстрате. Несовершенство технологии заключается в графитизации покрытия при высоких температурах, а также переход углерода в обрабатываемый материал, если это сплав на основе железа. Уже при 250°C начинается преобразование алмазных структур в графитовые. Это делает покрытие нецелесообразным для обработки черных металлов, но находит применение в резании цветных металлов.

На практике, применение таких инструментов сказывается возможностью повышения производительности, большим и более предсказуемым сроком службы инструмента, возможностью обработки без СОЖ. Предположительная выгода перехода крупного производства, изготавливающего собственный инструмент, на инструменты, закупаемые у компаний, специализированных на изготовлении высококачественного инструмента, составит 10%, по расчетам специалистов компании Sandvik Koromant [4].

Список использованных источников

1. Давлетбаева, Р.Р. Покрытие для режущего инструмента / Р. Р. Давлетбаева // Молодой ученый. – 2017. – №2. – С. 98-101.
2. Локтев Д. Основные виды износостойких покрытий / Д. Локтев, Е. Ямашкин // Наноиндустрия. – 2007. – №5 – С. 24-30.
3. Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://edrid.ru/en/rid/219.017.4698.html> – Дата доступа: 12.10.2019.
4. Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://masters.donntu.org/2011/fimm/okulik/library/article9/index.htm> – Дата доступа: 14.10.2019.

УДК 621.9

МОТОРНЫЕ МАСЛА НА ОСНОВЕ ЭСТЕРОВ

Санков Г.А., Конопляников В.Ю.

Филиал БНТУ «Минский государственный политехнический колледж»

Abstract. *This article provides a brief overview of the existing base oils and motor ones created on their basis. The main advantages and disadvantages of motor oils created on the basis of esters are considered and analyzed.*

Развитие автомобилестроения предусматривает новые конструкторские решения при создании двигателей внутреннего сгорания. Постоянно растущие требования повышения мощности и экономичности, экологических норм требует от производителей моторных масел выпуска энергосберегающих и биоразлагающихся продуктов.

Совместно с жесткими требованиями экологических стандартов моторное масло должно выполнять основные функции: снижение износа трущихся деталей, отвод тепла, предохранение от коррозии, очищение и удаление продуктов износа. Увеличения срока службы масел, и соответственно увеличения интервалов между техническими обслуживаниями, еще одно требование, предъявляемое к современному моторному маслу.

Качество масла определяется химическим составом базового масла (основы) и присадок, которые изменяют и улучшают характеристики моторного масла. По клас-