

УДК 621.787.4

Г.С. ЖЕТЕСОВА,
О.И. МУРАВЬЕВ,
А.И. ТИЧЕВ

Взаимосвязь между конструктивно-технологическими параметрами и факторами обработки, физико-механическими явлениями в зоне контакта и показателями качества

В современном машиностроительном производстве одним из методов обеспечения стабильного качества деталей машин является поверхностное пластическое деформирование (ППД). Метод ППД прост в реализации, экономичен и обладает высокой производительностью, обеспечивает низкую шероховатость, заданную глубину и степень упрочнения, формирование остаточных напряжений, мелкозернистую микроструктуру и другие показатели качества поверхностного слоя.

В настоящее время поверхностное пластическое деформирование нашло широкое применение в машиностроении при изготовлении деталей, выполненных из стали, чугуна, а также цветных металлов. Основным назначением ППД является повышение качества поверхностного слоя.

К настоящему времени в области исследования ППД – роликами накоплен значительный теоретический и экспериментальный материал, в котором рассматривается влияние конструктивно-технологических параметров и факторов на производительность и качество обработанной поверхности. В результате этого установлено, что качество поверхностей деталей зависит от большого количества технологических факторов обработки, конструктивных параметров деформирующих элементов и размеров деталей.

Основными факторами и параметрами обработки являются: подача, число проходов, геометрия и размеры деформирующих роликов, углы установки роликов относительно обрабатываемой детали (угол внедрения и угол самозатягивания), усилие деформирования, исходная шероховатость, твердость материала и некоторые другие величины. Характерно, что скорость деформирования в достаточно широких пределах практически не оказывает влияния на качество поверхностного слоя. Это следует рассматривать как возможность повышения производительности обработки. Роль смазки тоже незначительна, а ее применение необходимо для предотвращения перегрева инструмента [1, 2, 3, 4].

Точность обработки в основном зависит от точности предшествующей обработки резанием и исходной шероховатости. Изменение размера детали равно примерно удвоенной разности высоты исходной шероховатости и шероховатости, достигнутой в процессе пластического деформирования [3]. Следовательно ее можно учесть заранее расчетным методом при разработке технологического процесса.

Наличие большого количества величин, влияющих на качество поверхностного слоя, затрудняет выбор рационального сочетания их значений. Для систематизации и наглядного представления взаимосвязи конструктивно-технологических параметров обработки и показателей качества при ППД составле-

на схема (рисунок). Влияние одних параметров на другие определяется на ней только по направлению стрелок, соединяющих соответствующие величины. Стрелки, поставленные на отрезках в противоположных направлениях, указывают на взаимно-однозначное соответствие между величинами, а точки на пересечениях отрезков означают, что в этих местах можно переходить с одного отрезка на другой. Буквой М обозначена малоизученная взаимосвязь или сведения отсутствуют. Из представленной схемы следует также, что значительное число как технологических, так и конструктивных параметров взаимосвязаны между собой, причем они, а также исходные характеристики поверхности определяют и физико-механические явления, протекающие в зоне контакта. В конечном итоге это определяет эксплуатационные показатели деталей машин. В свою очередь, физико-механические процессы (распределение напряжений и деформаций в зоне обработки, проскальзывание, распределение температур) при ППД, а также их взаимосвязь с показателями качества слабо изучены, а по некоторым из них сведения отсутствуют.

При выборе и назначении конструктивно-технологических параметров обработки существуют значительные затруднения, связанные с тем, что на окончательные результаты формирования качества поверхностного слоя влияет большое количество различных независимых и взаимосвязанных между собой аргументов. Как правило, любой показатель качества поверхности есть функция многих независимых переменных:

$$y_i = f(P_y, S_o, r_{пр}, D_o, d_p, r_p(l_k), h_m, \alpha, \omega, HB, R_{исх}),$$

где P_y – усилие деформирования;

S_o – подача;

$r_{пр}$ – профильный радиус ролика;

D_o – диаметр детали;

d_p – начальный диаметр ролика;

$r_p(l_k)$ – изменение радиуса ролика по длине контакта;

h_m – максимальная глубина внедрения ролика в поверхность детали;

α, ω – углы внедрения и самозатягивания;

HB – твердость обрабатываемого материала;

$R_{исх}$ – исходная шероховатость поверхности от предшествующей обработки.

Конструктивные параметры деформирующих элементов (диаметр, длина, форма боковой поверхности, профильный радиус и др.) и технологические факторы (усилие деформирования, угол самозатягивания, угол внедрения) определяют геометрические параметры контактной зоны, а через параметры контакта (его форма, размеры в продольном и окружном направлении), исходные свойства материала заготовки (предел текучести, предел временного сопротивления, твердость) влияют на

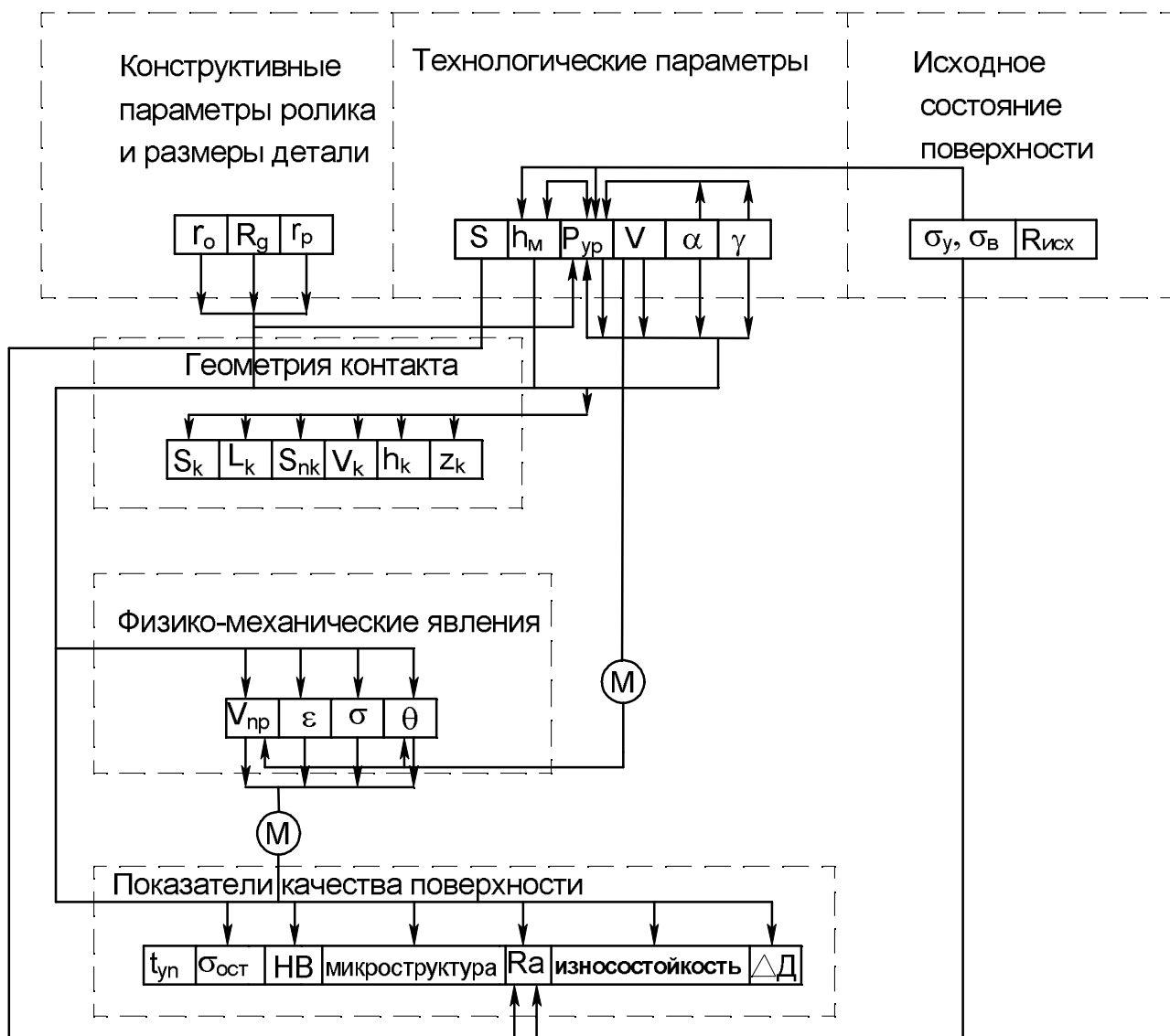


Схема взаимосвязи между конструктивно-технологическими параметрами и факторами обработки, физико-механическими явлениями в зоне контакта и показателями качества при обработке ППД – роликами

физико-механические явления в зоне контакта (напряжения, деформации, проскальзывание, температуру). В свою очередь через физико-механические процессы в очаге деформации окончательно формируется качество поверхностного слоя.

Теоретические исследования процесса поверхностного пластического деформирования, как правило, осуществляются на основе разработки и анализа математических моделей, описывающих геометрические параметры, напряженно-деформированное состояние в контактной зоне и выявления их влияния на показатели качества поверхностного слоя, а также на технические показатели оборудования и обрабатываемого инструмента.

Наличие тесной взаимосвязи между условиями и результатами обработки наводит на мысль, что должен существовать один или несколько обобщающих параметров, определяющих получение заданного качества поверхностного слоя. За такой параметр принимают усилие деформирования [4, 5]. Однако имеются данные, что при одном и том же усилии деформирования результаты обработки во многих случаях

отличаются между собой. При одном и том же усилии они зависят от диаметра обрабатываемой детали, размеров деформирующих элементов, углов его расположения относительно оси детали, физико-механических свойств обрабатываемого материала. Это можно объяснить тем, что при одном и том же усилии роликов деформирования, но при разных размерах детали меняется площадь контакта и распределение напряжений в контакте между роликом и деталью [3, 5]. Следует заметить, что и площадь при контакте не может однозначно определить условия протекания процесса обработки. По этой причине в качестве обобщающего параметра должна быть выбрана другая количественная величина, описывающая контакт, например, объем металла, вытесняемого из контактной зоны.

Таким образом, дальнейшее развитие теории ППД на базе разработки универсальных математических моделей, описывающих взаимосвязь между конструктивными параметрами деформирующих элементов, геометрией контактной зоны, технологическими режимами, физико-механическими явлениями в кон-

тактной зоне и показателями качества поверхности деталей, разработка новых прогрессивных инструментов и способов обработки ППД, а также методик их

расчета, ориентированных на современную вычислительную технику, является актуальной проблемой и имеет важное научное и производственное значение.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кудрявцев И.В., Бурмистрова Л.Н. Выбор продольной подачи при упрочнении осей и валов обкаткой роликами // Вестн. машиностр. 1965. № 3. С. 50-65.
2. Одинцов Л.Г. Упрочнение и отделка деталей поверхностным пластическим деформированием: Справочник. М.: Машиностроение, 1987. 328 с.
3. Пашев Д.Д. Отделочно-упрочняющая обработка поверхностным пластическим деформированием. М.: Машиностроение, 1978. 152 с.
4. Смелянский В.М. Механика упрочнения деталей поверхностным пластическим деформированием. М.: Машиностроение, 2002. 299 с.
5. Коновалов Е.Г., Сидоренко В.А. Чистовая и упрочняющая ротационная обработка поверхностей. Минск: Высшая школа, 1968. 363 с.

УДК 621.794.015

О.А. ШАРАЯ,
А.А. КУСЬЯНОВА

Влияние химико-термической обработки на износостойкость чугуна

В настоящее время все более актуальной становится задача разработки металлических материалов для машиностроения, нефтегазовой отрасли с качественно новыми свойствами.

Эта задача решается на основе комплексного подхода, объединяющего принципы формирования химического состава материала и затем структуры путем разработки технологических процессов его упрочняющей обработки.

Среди упрочняющих технологий особое место занимают физико-химические способы воздействия на поверхность материала, так как ее состояние во многом определяет уровень прочности и эксплуатационные свойства деталей машин.

В большинстве случаев именно поверхность изделия подвергается повышенному износу, контактному нагружению и в большей степени разрушается вследствие коррозии.

Получение упрочненных поверхностных слоев достигается путем целенаправленного формирования заданного структурного состояния металла методами химико-термической обработки.

Процессы модифицирующего воздействия на поверхность вызывают изменение структуры и фазового состава поверхностного слоя, это помогает получить новые свойства.

На основании процессов упрочняющей обработки для изделий из стали и чугуна наиболее перспективными являются:

- 1) технологии внутреннего насыщения элементами внедрения, например, азотирования, карбонитрации;
- 2) плазменная и лазерная обработка, за счет формирования развитой дислокационной структуры, субструктуры, сверхмелкого зерна;
- 3) комбинированные способы поверхностного упрочнения, когда формируется структура, обеспечивающая включение максимального числа упрочняющих механизмов.

В работе исследовались структура и свойства серого и высокопрочного чугуна после карбонитрации.

Карбонитрация – это химико-термическая обработка, при которой происходит одновременное насыщение поверхности изделий азотом и углеродом из неядовитых расплавов циановокислых солей.

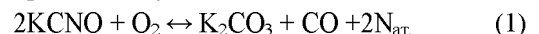
Сущность метода заключается в том, что инструмент и детали машин подвергают нагреву в расплавах циановокислых солей при температурах 540-580 °С с выдержкой инструмента от 5 до 40 мин, деталей машин от 1 до 3 часов.

В жидком состоянии компоненты взаимно растворяются, эвтектика состава 8 вес.% K₂CO₃ и 92 вес.% KCNO кристаллизуется при температуре 308 °С. Для карбонитрации при температурах 540-580 °С могут применяться расплавы, содержащие от 0 до 30 % K₂CO₃ и от 100 до 70 % KCNO.

По данным Д.А. Прокошкина, наиболее целесообразно использовать ванну состава 75-80 % цианата калия и 15-20 % карбоната калия (поташа).

При большем содержании поташа он выпадает в виде твердой фазы, расплав загустевает и становится непригодным для использования [1].

При температурах ведения процесса карбонитрации цианат калия вступает в химическое взаимодействие с кислородом воздуха:



с образованием окиси углерода и атомарного азота. Окись углерода диссоциирует на поверхности металла по реакции:



с выделением активного углерода.

Процесс карбонитрации получил широкое распространение для упрочнения металлорежущего инструмента из быстрорежущих сталей.

Структура и свойства чугуна после карбонитрации в настоящее время еще недостаточно изучены, а характер взаимодействия при химико-термической обработке во многом зависит от материала изделия.

Объектом исследований явились образцы из серого СЧ 25 и высокопрочного ВЧ 60 чугуна после карбонитрации.