

Определения контактных напряжений при прокатке

Студент гр. 10402120 Сульжицкий Е.И.

Научный руководитель – Томило В.А.

Белорусский национальный технический университет

Прокат является основным видом металлургической продукции. Примерно 90% всей выплавляемой стали первоначально обрабатывается в прокатных цехах. Имеются все основания утверждать, что от уровня развития прокатного производства зависит скорость научно-технического прогресса в нашей республике.

Специалистам производства, проектировщикам конструкторам прокатного оборудования необходимо знать и анализировать силовые условия прокатки. Установления взаимосвязей всех факторов, влияющих на технический прогресс прокатки не всегда просто.

На практике прокатного производства такие взаимосвязи и надежность их экспериментального определения часто отсутствуют, а эмпирические расчетные формулы принимают, для конкретных прокатных станков.

В связи с этим основной целью работы является рассмотрение и рекомендации методики анализа и определения контактных напряжений и прочности валков.

Функциональное установление взаимосвязей мы сделаем с помощью инженерно-механических методов, которые пригодны для достаточно быстрого и надежного применения в производственных условиях и конструкторских бюро.

В соответствии с современным уровнем автоматизации производственных процессов необходимо, чтобы анализ и расчет определились с использованием прокатных функциональных зависимостей, которые позволяли бы легко и быстро производить расчеты при управлении производственными процессами с применением компьютерных технологий.

В работе использованы следующие методы:

метод линий скольжения. Он основан на возможности описания линий скольжения, появляющихся в условиях плоской деформации, характеристиками системы дифференциальных уравнений равновесия в частных производных при совместном решении с уравнениями состояния пластичности;

метод конечных элементов. Он используется для исследования значительных по величине деформаций и получивший развитие в работах японских ученых [1];

энергетический (вариационный) метод. Он необходим для решения конкретных задач, выдвигаемый практикой;

приближенные (инженерный) методы. Служит для определения напряжений на контактных поверхностях «металл-инструмент» и расчетах полных и удельных сил. Этим методом получил развитие и применение при использовании модели однородного изотропного жесткопластического тела, описываемой приближенными основными уравнениями пластически деформируемой среды. В полученные таким образом решения вносятся поправки, отражающие реальные состояния деформируемого металла [2].

Каждый из указанных выше методов продолжает совершенствоваться в связи с необходимостью учета большего числа факторов, реально воздействующих на процесс деформирования, а также повышением требований математической строгости.

По мере увеличения возможностей методов, используемых в теории прокатки, расширяется и круг решаемых вопросов. Если в начальной стадии эта теория использовалась лишь для определения деформирующих сил, то в настоящее время используется для оценки допустимого формоизменения, определения характера течения металла заготовки и оценка свойств, полученных в результате процесса прокатки [3].

Следует отметить, что различные методы анализа процессов деформирования дополняют друг друга. В ряде случаев полезные для практики результаты могут быть получены разумным комбинированием различных методов.

Применяя указанные выше методы был проведен анализ влияние температуры на механические свойства металла. Критерием применимости теоретических решений, полученных указанными методами, может быть соответствие результатов анализа данных практики и экспериментальных исследований.

В настоящее время можно считать экспериментально установленным [4], что при пластическом деформировании с расчетом нормальных напряжений касательные контактные напряжения τ_k возрастают первоначально по закону, близкому к линейному, а затем по кривой, асимптотически приближаясь к некоторому постоянному значению.

При достижении нормальных напряжений этого значения рост касательных напряжений замедляется и касательные напряжения с ростом нормальных стремятся асимптотически к некоторому пределу и далее остаются постоянными.

Приведенные выше предел при наличии неразрушаемой пленки смазочного материала характеризуется качеством обработки контактных поверхностей валков. При сухом трении (т. е. при отсутствии смазочного материала) предельное касательное напряжение после которого скольжение металла по контактным поверхностям уже становится невозможно.

Рассмотрим изменение касательных контактных напряжений при прокатке. Этот процесс имеет особенность: на контактной поверхности имеет место линия раздела течения, на которой касательные напряжения равны нулю. В обе стороны вдоль горизонтальной оси от нейтральной линии, касательные напряжения имеют противоположное направление. Поскольку скачкообразное изменение знака касательных напряжений невозможно, то в области нейтрального сечения имеются зоны, в которых касательные напряжения плавно снижается от максимального значения в какой-то точке контактной поверхности до нуля. Эти зоны обычно называют застойными, или зонами прилипания, поскольку внутри этих зон движения металла вдоль контактных поверхностей заторможено.

Экспериментально установлено, что характер распределения касательных напряжений на контактных плоскостях при прокатке зависит главным образом от двух факторов геометрии, обрабатываемого изделия и контактных сил трения [5]. Последние определяется шероховатостью обработки поверхностей, а также качеством технологического материала.

Для промежуточных значений касательных контактных напряжений введем понятие интегральное (усредненное) контактное напряжение.

Пусть контактная поверхность полосы длиной l вдоль координатной оси по направлению течения металла делится на m участков, длина каждого из которых равна L_n . Началом каждого последующего участка является конец предыдущего участка.

Рассмотрим закономерность изменения $\tau_{ки}$ в направлении оси y на данном участке.

Среднеинтегральное касательное напряжение в этом случае будет иметь вид:

$$\tau_{ki} = \frac{1}{L} \left[\int_0^1 \tau_{k1}(\tau_1) dL + \int_1^2 \tau_{k2,1}(\tau_2) dL + \dots + \int_{m-1}^m \tau_{km}(\tau_m) dL \right] = \frac{1}{L} \sum_1^m \tau_{kn}(\tau_n)$$

В результате, с целью определения методики проведения анализа автоматизации и определения контактных напряжений при прокатке углеродистых и низколегированных сталей, значение текучести свыше 1200 °С относительно мало зависит от химического состава сталей.

Для сталей с высоким содержанием легирующих элементов значения временного сопротивления и напряжения текучести существенно выше, чем для углеродистых и низколегированных конструкционных сталей.

Предварительно всесторонне деформированный металл достаточно точно удовлетворяет условиям непрерывности и изотропного состояния среды (в I и II ядерных клетях).

Металл подвергнутый термообработке удовлетворяет условию изотропного состояния среды (будучи квазиизотропным). Следовательно, к металлу, подвергнутому обработке давлением (прокатке) и надлежащей термической обработке, допустимо и целесообразно применение уравнений механики сплошной однородности и изотропной среды. Металл, деформируемый при температуре ниже температуры рекристаллизации, в неоднородном температурном поле с разными степенями и скоростями деформации (прокатки), а также подвергнутый воздействию излучения, не удовлетворяет условиям однородности и изотропному состоянию среды.

Основными технологическими факторами, определяющими процесс пластического деформирования при прокатке, является температура, степень и скорость деформации, а также внешнее трение на контактных поверхностях инструмента (валок) определяется степенью деформации металла.

Список использованных источников

1 Зотов, В. Ф. Прокатка металла/ В. Ф. Зотов, В. Ф. Каширин, В. А. Петров. – М. : Металлургия, 1979. – 256 с.

2 Третьяков, А. В. Механические свойства металлов и сплавов при обработке давлением: Справочник / А. В. Третьяков, В. И. Зюзин. – 2-е изд., перераб. и доп. – М: Металлургия, 1973. – 224 с.

3 Автоматизация производственных процессов/ М. М. Кузнецов[и др.]; под ред. Г. А. Шаумяна. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Высш. школа, 1978. – 431 с.

4 Еднерал, П. П. Теория пластической деформации и обработка металлов давлением/ П. П. Еднерал, И. Г. Константинов. – Мск; Киев :Машгиз. [Юж. отд-ние], 1960. – 344 с.

5 Скороходов, А. Н. Оптимизация прокатного производства/ А. Н. Скороходов, П. И. Полухин, Б. М. Илюкович – М. : Металлургия, 1983. – 32 с.