

После фрезерования почва остается ровной и хорошо взрыхленной, отпадает необходимость применения других видов ее предпосевной обработки. Исходя из этого фреза является почвообрабатывающей машиной, которая в наибольшей мере удовлетворяет требованиям минимальной обработки почвы. При этом под термином «минимальная обработка почвы» понимается уменьшение количества операций при обработке почвы и возделывании сельскохозяйственных культур с возможно меньшим количеством проходов агрегатов по полю [7, 9, 10].

Фрезерование почвы одинаково успешно применяется как на легких песчаных, супесчаных и торфяных почвах, так и на тяжелых вязких дерново-подзолистых, суглинистых и глинистых почвах.

Изложенное выше позволяет аргументировано рекомендовать использовать для подготовки почвы за один проход МТА под посев сельскохозяйственных культур в различных региональных и природно-климатических условиях механическую фрезерную обработку на заданную глубину, в т.ч. мелкую (до 20 см), нормальную (20 см), глубокую (до 40 см) и плантажную (глубже 40 см).

С учетом особенностей ротационных почвообрабатывающих машин назрела необходимость при создании и дальнейшем совершенствовании отечественных тракторов семейства «Беларус» в тяговых классах 1,4...5,0, учитывать особенности работы с почвообрабатывающими фрезами (энергетика, навеска, подсоединение к ВОМ и т.д.).

Литература

6. Государственная программа возрождения и развития села на 2005-2010 годы.
7. Вильямс В.Р. О глубокой и мелкой обработке почвы. – «Социалистическое земледелие», 1933, №146.
8. Белов Г.Д., Дьяченко В.А. Техника и плодородие. Мн.: Ураджай, 1978. – 184 с.
9. Белов Г.Д., Подолько А.П. Изменение плотности почвы под воздействием тракторных движителей. – «Земледелие», 1977, №12, с. 8 – 12.
10. Аура Е. Влияние уплотнения почвы на урожай сахарной свеклы. – «Земледелие и химизация», 1975, №8, с. 3 – 8.
11. Белов Г.Д., Подолько А.П. Влияние почвенных условий на урожай ячменя и его структуру. – «Зерновое хозяйство», 1977, №10, - с. 6 – 10.
12. Ксенович И.П., Скотников В.А., Ляско М.И. Ходовая система – почва – урожай. – М.: Агропромиздат, 1985. – 304 с.
13. Ревут И.В., Козлова Л.Д. Эффективность фрезерной обработки почвы и агротехнические требования, предъявляемые к фрезам. Материалы НТС ВИСХОМ. Вып. 25. М., 1968. с. 6 – 10.
14. Ефимов Д.Н. Почвообрабатывающие фрезы, изготовленные в Германской Демократической республике и ФРГ. Сб. «Механизация и электрификация сельского хозяйства». Рига, 1981, №2, с. 5 – 17.
15. Яцук Е.П., Ефимов Д.Н., Кузнецов Ю.А. Фрезерные почвообрабатывающие машины. Серия «Сельхозмашиностроение». НИИНАВТОСЕЛЬХОЗМАШ, 1965. – 56 с.

УДК 539.3.6

ВИДЫ НАРУШЕНИЯ ПРОЧНОСТИ ДЕФОРМИРУЕМЫХ ТЕЛ

Колоско Д.Н., Занемонский С.В., Куделько И.И. (БГАТУ)

Колоско Н.С. (Краковская горно-металлургическая академия им. С.Сташицы)

В статье рассмотрены механизмы действия и даны определения различным видам нарушения прочности деформированных тел, способы изменен прочностных характеристик, влияние температуры и скорости нагружения на характеристики прочности и пластичности.

**Секция 1: Сельскохозяйственные машины и тракторы:
расчет, проектирование и производство**

Одно из основных требований, предъявляемых к инженерной конструкции, заключается в том, что она не должна разрушаться в процессе эксплуатации. В общем случае под разрушением подразумевается не только необратимый распад материалов на две или больше частей. В понятие разрушения входит также необратимое пластическое течение, которое характеризуется остаточной деформацией и приводящее к исчерпанию несущей способности. Разрушение материалов в зависимости от метода и условий нагружения подразделяется на следующие виды:

- пластичное разрушение;
- хрупкое разрушение;
- быстрое макроразрушение (распространение трещины);
- разрушение по ползучести;
- усталостное разрушение;
- разрушение под воздействием окружающей среды.

Все это – отдельные виды нарушения прочности.

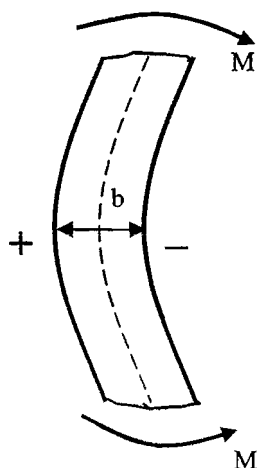


Рисунок 1 - Чистый изгиб стержня

Рассмотрим некоторые из них, в частности явление общей текучести при продольном изгибе. При повышении критической нагрузки тонкий стержень начинает изгибаться, теряя устойчивость, и разрушается путем пластического течения. Допуская, что центральный участок стержня подвергается чистому изгибу (рисунок 1), можно рассчитать момент, вызывающий пластическую деформацию наружных волокон как на сжимаемой (-), так и на растягиваемой (+) сторонах по сечению стержня:

$$M = \sigma_T \cdot \frac{bh^2}{6};$$

где b – ширина стержня;

h – толщина стержня (прямоугольного);

σ_T – предел текучести материала.

Т.к. по ширине стержня существует градиент напряжений, изменяющихся от растягивающих к сжимающим, полное сечение при этом значении изгибающего момента не подвержено течению. Пластическая деформация с вы-ходом из строя всей конструкции происходит при значении изгибающего момента:

$$M = \sigma_T \frac{bh^2}{4}.$$

Состояние общей текучести характеризуется пластической деформацией во всем рабочем сечении, при этом линия, соединяющая точки приложения нагрузки к данному телу, не может быть проведена только через упруго деформированный материал.

В случае чистого изгиба простого прямоугольного стержня нагрузка, необходимая для течения наружных волокон стержня составляет $2/3$ от нагрузки, потребной для общей текучести по сечению. Для двутавровой балки при аналогичном изгибе эта нагрузка превышает в 1,15 раза нагрузку, вызывающую начальное течение материала.

Разновидностью разрушения в результате общей текучести является пластическое смятие, которое может быть учтено при проектировании конструкций [1]. Характерным примером разрушения по механизму пластического смятия является раздавливание консервной банки. Например, капот, кузов и другие детали легковых автомобилей изготавливают из материалов, разрушающихся при ударе по механизму пластического смятия. В случае наезда автомобиля на препятствие его кинетическая энергия частично переходит в работу смятия ударяющихся частей, что предохраняет водителя и пассажиров от более тяжелых последствий аварии.

Среди параметров, характеризующих прочность материала, важным является вязкость

разрушения или трещиностойкость – способность сопротивляться началу движения и развитию трещин при механическом или других воздействиях. Процесс разрушения представляет собой совокупность явлений, который начинается гораздо раньше, чем появляются визуально заметные трещины. В процессе эксплуатации трещины в элементах конструкций могут появиться из-за конструкторских просчетов. Растрескивание может быть причиной образования сквозной трещины и негерметичности конструкции.

Под вязкостью материала (в твердом состоянии) понимается способность материала поглощать при пластическом деформировании механическую энергию в заметных количествах, не разрушаясь. В зависимости от характера нагрузки различают: статическую, ударную и динамическую.

Причиной разрушения элементов конструкций в результате появления трещин могут быть коррозия и старение материала. Саморастрескиванием в результате естественного старения обладают алюминиевые сплавы, которые используются в ракетостроении. Корпус ракеты является и несущей конструкцией, и емкостью одновременно. Для экономии веса ракеты толщину стенок делают небольшой. В качестве материала стенок используют алюминий-магневые сплавы с двойным упрочнением. При расчетах конструкций из таких сплавов главное внимание уделяется учету их разупрочнения по истечении определенного времени. Особую важность приобретает прогнозирование момента времени, когда разупрочнение примет критический характер.

Основу для фундаментальных исследований по теории трещин составили результаты экспериментов А.Гриффитса по разрушению стеклянных стержней. В результате испытаний стеклянных стержней диаметром 1 мм на разрывной машине им была получена прочность 196 МПа. При испытании образцов диаметром 2,5 мкм были получены значения, сопоставимые с теоретической прочностью материала – 5886 МПа. Этот эксперимент подтвердил закон возрастания прочности стеклянных волокон с уменьшением их диаметра (масштабный фактор). Введя в анализ априорное существование в материале трещин, английский ученый объяснил снижение теоретической прочности до реально наблюдаемых величин, не рассматривая напряженного состояния материала у вершины трещины. Исследования позволили А.Гриффитсу построить теорию, которая объясняла катастрофический характер хрупкого разрушения, огромные ускорения при движении трещин, а также невозможность остановить процесс роста трещины, если он уже прошел критическую точку. В хрупком материале трещина на докритической стадии процесса разрушения движется со скоростью порядка 1 мм/ч. После достижения критического размера за 0,001 скорость распространения трещины увеличивается до 10 000 км/ч. Трещина в стекле летит примерно в 2 раза быстрее пули, т.е. около 1,5 км/с. Самую большую скорость трещина способна развивать в алмазах – почти 8 км/с [2]. Проведенные эксперименты и полученные Гриффитсом выводы заложили фундамент современных нанотехнологий.

Обратим внимание на влияние различных факторов на механические характеристики материалов.

Для большинства материалов характеристики прочности (предел прочности σ_B , предел текучести σ_T и предел пропорциональности σ_{II}) при повышении температуры уменьшаются, а при понижении – увеличиваются. Характеристики пластичности (остаточная деформация δ и относительное сужение поперечного сечения при разрыве ψ), наоборот увеличиваются, а с понижением – уменьшаются.

С ростом температуры уменьшается модуль упругости E и увеличивается коэффициент Пуассона μ . При снижении температуры происходит обратное явление.

Некоторые материалы являются исключением из этих правил, другие же имеют свои характерные особенности. Например, при нагревании углеродистых сталей предел прочности сначала увеличивается и становится наибольшим при температуре 300°C ($\sigma_{B 300} = 1,2 \sigma_{B 20}$), после чего начинает интенсивно падать ($\sigma_{B 400} = \sigma_{B 20}$; $\sigma_{B 500} = 0,4 \sigma_{B 20}$). Предел

текучести с ростом температуры понижается, площадка текучести на диаграмме растяжения уменьшается и к 300°C совершенно исчезает. Охлаждение сталей увеличивает их прочностные характеристики.

Характеристики пластичности при нагревании сталей сначала уменьшаются, достигая минимума при температуре около 300°C , а при дальнейшем увеличении температуры увеличиваются.

При нагревании цветных металлов предел прочности сразу начинает падать и при температуре около 600°C составляет лишь несколько процентов от предела прочности при комнатной температуре. Характеристики пластичности при нагревании у некоторых цветных металлов (медь, латунь, никель) уменьшаются, а у других (алюминий, магний) увеличиваются.

Для изменения прочностных характеристик и характеристик пластичности применяются различные виды термообработки. При отжиге – нагреве до определенной температуры и медленном охлаждении – снимаются внутренние напряжения, повышается пластичность, снижается прочность материала. При закалке, когда нагретую сталь быстро охлаждают (например, в масле), увеличивается твердость, повышается прочность, но уменьшается пластичность.

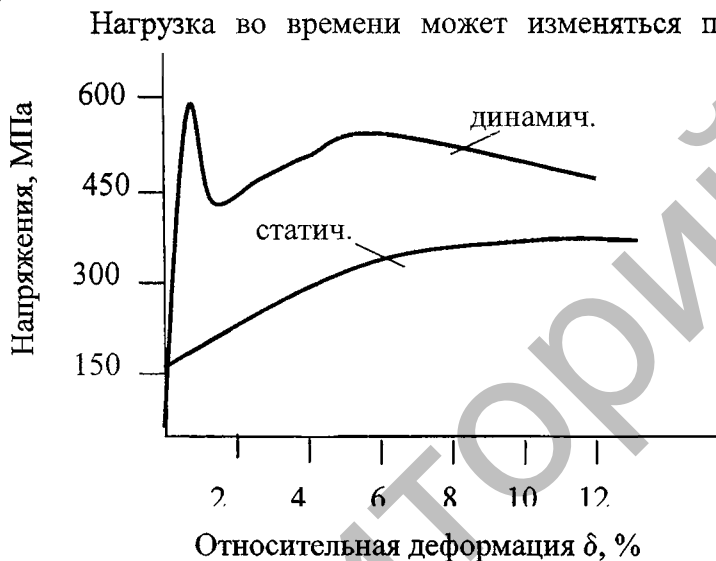


Рисунок 2 - Диаграмма растяжения низкоуглеродистой стали

На рисунке 2 представлены диаграммы растяжения пластичной низкоуглеродистой стали при статическом и очень быстром – динамическом нагружении [3].

При повышении скорости пластичный материал ведет себя как хрупкий – называют квазихрупкий (quazi – как бы, якобы, наподобие).

Имеет значение случай, когда нагрузка, не изменяясь по величине, действует длительное время. У пластмасс предел прочности при таком варианте резко снижается (рисунок 3), где $\sigma_{в м}$ – предел сопротивления мгновенным деформациям, $\sigma_{в д}$ – предел длительного сопротивления. Точкам, лежащим в области I, соответствуют напряжения, которые растянутый стержень не может воспринять, так как $\sigma > \sigma_{в}$. Точкам, лежащим в области II, соответствуют напряжения, которые стержень может воспринимать на протяжении некоторого отрезка времени, по истечении которого наступит разрушение. Для точек, лежащих в области III, всегда соблюдается неравенство $\sigma < \sigma_{в}$ и поэтому разрушения не происходит.

Способность материала непрерывно деформироваться во времени при действии постоянных нагрузок или напряжений называется ползучестью. Явление ползучести наблюдается при любых значениях напряжений, даже таких, которые при кратковременном действии нагрузки вызывают только упругие деформации. Время работы образца может изменяться от долей минут до сотен тысяч часов. Температура нагрева оказывает значительное влияние на поведение испытываемого образца во времени. С увеличением температуры увеличивается скорость ползучести. Прочность материала при ползучести оценивается пределом ползучести или пределом длительной прочности.

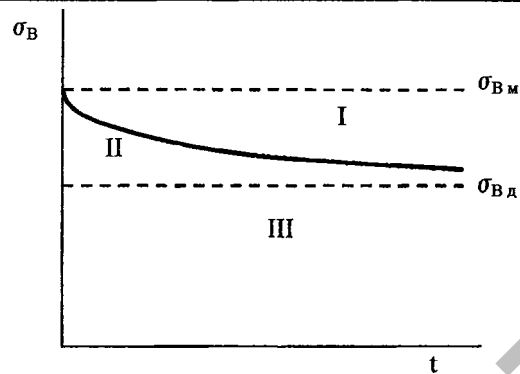


Рисунок 3 - Зависимость предела прочности пластмасс от длительного действия нагрузки

Частными случаями проявления ползучести являются последствие и релаксация.

Последствие – явление роста необратимых деформаций при постоянном напряжении. Например, увеличение размеров диска и лопаток газовой турбины, находящихся при эксплуатации длительное время под воздействием больших центробежных сил и высоких температур. Это увеличение размеров необратимо и проявляется после многих часов работы.

Рост необратимых деформаций наблюдается и при циклических нагревах и охлаждениях, например, наплавленных упрочняющими материалами на массивные детали.

Релаксация – самопроизвольное уменьшение величины напряжения во времени при неизменной величине деформаций, что связано с переходом упругих деформаций материала в пластические. Релаксация проявляется, например, ослаблением затяжки болтовых соединений, работающих в условиях высоких температур.

Повышение прочности и надежности конструкций зависит от совместных усилий металлургов и конструкторов. Металлурги, разрабатывая сплавы с высокой вязкостью на основе изученных микромеханизмов разрушения должны помнить, что вид разрушения металла обусловлен не только его структурой, но и напряженным состоянием в процессе службы. Конструкторы при расчетах конструкций должны иметь в виду, что свойства материалов различны и зачастую не могут быть представлены просто символами в алгебраических уравнениях. Понимание металлургами задач, стоящих перед конструкторами, а конструкторами – задач, стоящих перед металлургами при решении совместных проблем обеспечения прочности и надежности конструкции, несомненно, будет способствовать успеху общего дела.

Литература

1. Дж. Ф. Нотт Основы механики разрушения – Москва: Металлургия, 1978, Пер. с англ. – 256с.
2. В.М. Пестриков, Е.М. Морозов Механика разрушения твердых тел: курс лекций – СПб.: Профессия, 2002, – 320с.
3. И.М. Кузменко Механика разрушения – Могилев, 2001, – 176с.