

**КИНЕМАТИКА И ДИНАМИКА  
ТРОГАНИЯ И РАЗГОНА  
ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТА**

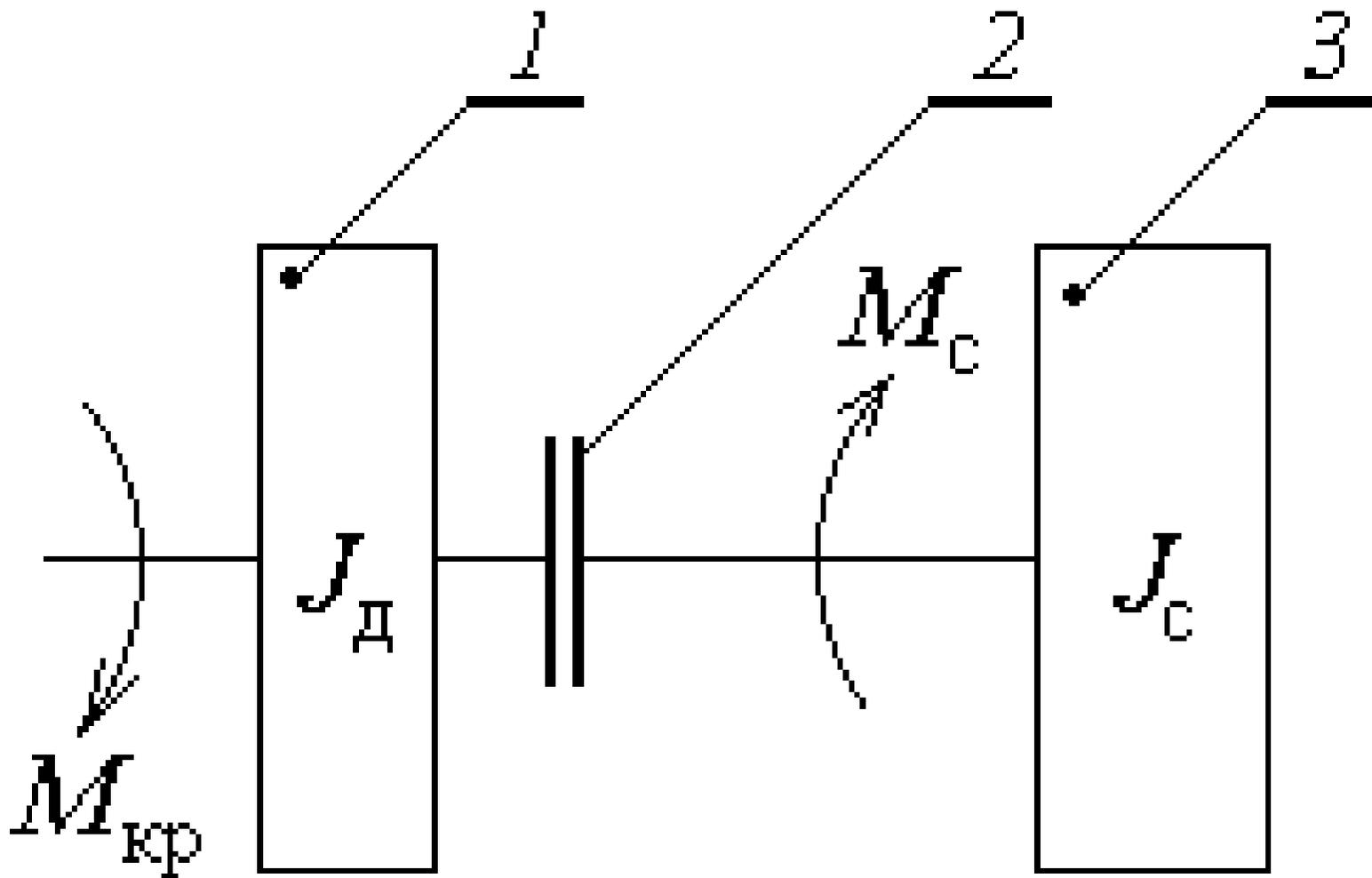
- Способность трактора к троганию и разгону до рабочей скорости в составе машинно-тракторного агрегата (МТА) является существенным динамическим качеством, приобретающим все большее значение в связи с повышением рабочих скоростей и использованием тракторов на транспортных работах.

# Особенности разгона МТА

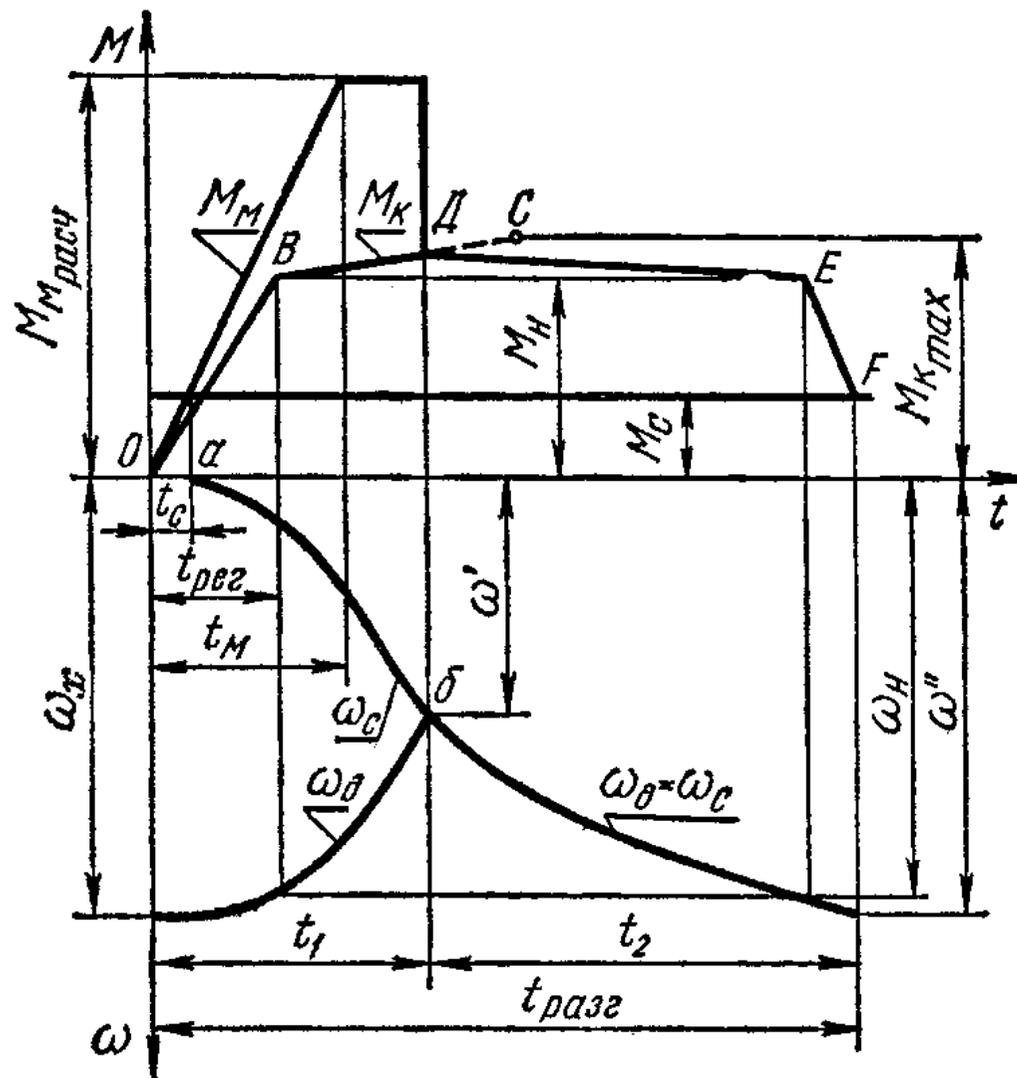
- разгон большинства тракторов происходит на рабочей передаче с полной тяговой нагрузкой;
- частота вращения вала двигателя равна максимальной, соответствующей частоте холостого хода при полностью натянутой пружине регулятора;
- тяговое сопротивление значительно превышает сумму всех других сил сопротивления.

- При исследовании процесса трогания и разгона обычно принимают вместо тракторного агрегата его эквивалентную в динамическом отношении модель, в которую входят:
- маховики, заменяющие отдельные вращающиеся и поступательно движущиеся массы агрегата;
- фрикционные элементы, имитирующие работу муфт сцепления и буксования двигателей;
- упругие звенья, характеризующие податливость деталей трансмиссии, ведущих колес и сцепки.

# Упрощенная динамическая модель МТА



# Диаграмма трогания и разгона МТА



- Процесс разгона можно разделить на два периода: *первый* охватывает
- отрезок времени  $t_1$ , затрачиваемый на выравнивание угловых скоростей вала двигателя и первичного вала трансмиссии  $\omega_c$ , *второй* – время разгона  $t_2$ , за которое происходит повышение скорости движения агрегата до заданной величины.

- При трогании с места водитель плавно включает сцепление. Момент, передаваемый через сцепление, увеличивается и становится равным сумме моментов двигателя от газовых сил и момента от касательных сил инерции вращающихся деталей (маховика)  $M_m$  вследствие снижения скорости вращения коленвала.

- Точка  $B$  соответствует номинальному значению момента двигателя, точка  $C$  – максимальному моменту. Первичный вал трансмиссии в начальный момент остается неподвижным и начинает вращаться через некоторое время  $t_c$ , когда  $M_M = M_C$ . В дальнейшем скорость вращения вала двигателя продолжает уменьшаться, а скорость первичного вала трансмиссии – увеличиваться за счет положительной разницы  $(M_M - M_C)$ . Максимальный момент, передаваемый через сцепление:

- $$M_{расч} = M_H \beta$$

- В момент выравнивания скоростей вращения вала двигателя и вала трансмиссии (точка б) заканчивается первый период разгона. В это время момент, передаваемый через сцепление, уменьшается до величины момента двигателя от газовых сил (точка Д), т.к. приостанавливается уменьшение скорости вращения вала двигателя.

- Во время второго периода разгона вал двигателя и первичный вал трансмиссии вращаются с одинаковой увеличивающейся скоростью. При этом крутящий момент от газовых сил двигателя преодолевает:

1- момент сопротивления,

2- момент от касательных сил инерции вращающихся деталей двигателя

$$M_{j_d} = J_d \varepsilon_d$$

где  $j_d$  - ускорение вращения вала двигателя, и

3- приведенный момент инерции агрегата

$$M_{j_a} = J_c \varepsilon$$

- Принято считать, что второй период (время  $t_2$ ) закончится при достижении значения угловой скорости вращения вала двигателя, равной

□  $\omega_d = \omega_c = (0,95 \dots 0,98) \omega_{\text{расч}}$ , где  $\omega_{\text{расч}}$  - угловая скорость вращения вала двигателя, соответствующая моменту двигателя (равного моменту сопротивления).

- Время второго периода значительно превышает время первого периода, поэтому оно влияет на среднюю скорость движения МТА.

- Из анализа диаграммы трогания и разгона тракторного агрегата следует вывод: трогание возможно, если

$\omega_{\text{доп}} > \omega_{\text{д}}'$  , где  $\omega_{\text{доп}}$  - минимально допустимая скорость вращения вала двигателя по его динамической скоростной характеристике;  $\omega_{\text{д}}'$  - скорость вала двигателя в момент ее равенства скорости первичного вала трансмиссии, т.е. скорости в конце первого периода.

- Разгон возможен, если в конце второго периода скорость вращения вала двигателя достигнет 95...98% скорости, соответствующей расчетному моменту сопротивления по статической скоростной характеристике двигателя.

# Мероприятия по улучшению трогания и разгона МТА

- поэтапный разгон – изменение передаточного числа трансмиссии путем применения *увеличителя крутящего момента*, управляемого педалью сцепления (МТЗ-80, ДТ-75); коробки передач, обеспечивающих переключение *без разрыва потока мощности* (в том и другом случае трогание начинается при увеличенном передаточном числе трансмиссии);

- применение бесступенчатых трансмиссий (ДТ-175С, ДЭТ-250М2, ДЗ-240С) и (или) двигателей постоянной мощности;

- использование аккумуляторов энергии при разгоне, в том числе дополнительных маховиков или маховиков переменной массы (в момент первого периода вся масса маховика используется в качестве источника энергии, во второй период часть массы отключается, следовательно, расход энергии двигателя на разгон оставшейся массы уменьшается – интенсивность разгона увеличивается);

- расчленение массы агрегата в период трогания путем применения пружин в сцепных устройствах или создания искусственных зазоров в них с последующей ликвидацией (например, с помощью гидроцилиндра в сцепном устройстве).