

Техническое и кадровое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве

Таблица – Соотношение грузоподъемности (кг), массы (кг), мощности двигателя (кВт) самоходных машин для внесения жидких минеральных удобрений и средств защиты растений

Производитель, марка машины	Мощность двигателя, кВт	Грузоподъемность / масса	Производитель, марка машины	Мощность двигателя, кВт	Грузоподъемность / масса
BOXER II 4000	132	4000/7800	BARGAM GRIMPEUR 2000	107	2000/6500
TECNOMALASER 3028 TLX	147,2	3000/ 6105	GRIMAC-J III	175	3000/5600
МЕКОСАН ТЕСНОМА LASER 4240	147	4200/10270	John Deere 4630	121	2274/7718
ИБИС-2400П	110,2	2400/5700	John Deere 4730	183	3028/10315
СЭУ «ДВИНА»	54,8	600/1175	John Deere 4830	202	3785/11351
ОПШ «РОСА»	33	500/1500	John Deere 4940	250	4542/15776
ТУМАН-2	80,9	2000/2400	Case IH PATRIOT 2230	121	2500/8437
ТУМАН-3	71	2500/3800	Case PATRIOT SPX 3330	186	3785/11113
ОС Агро-3100	93,2	3100/6700	Case PATRIOT SPX 4430	243	4542/12936
Рубин 1200	108,9	1200/1550	Challenger RoGator 655C	179	6000/14394
БЛ-3000	57,4	2500/5500	Challenger SPRA COUPE 4460/4660	89,6	1514/4526
Apache AS 720	117	2840/8350	Challenger SPRA COUPE 7460	127,8	2721/7938
Apache AS 1020	127,3	3780/8970	Challenger SPRA COUPE 7660	127,8	2721/8165
Apache AS 1220	158,2	4543/10145	Challenger RoGator 1396	228,8	4920/13725
AMAZONE Pantera 4001	147,2	4200/9890	AgriFac ZA3436	147	4000/9300
AMAZONE Pantera 4502	160,4	4800/10120	VERSATILE SX 275	205	4540/11567
BERTHOUD BOXER 3000	110,4	3000/6250	Hardi ALPHA PLUS 3500	140	3500/7960
BERTHOUD Raptor 3240	132,4	3200/8445	Hardi ALPHA PLUS 4100	155	4100/8530
BERTHOUD Raptor 4240	147,2	4200/9050	EVARD AHM 4004	134	4000/8400
BERTHOUD Raptor 5240	179,5	5200/9050	Krukowiak Herkults 3000	175	3000/7500
САИМАН SP 3225	88,3	3200/7100	Krukowiak 4000	175	4000/7500
Gaspardo URAGANO-3000	127	3000/7300	Mazzotti MAF 4240	174	4600/10800
Gaspardo URAGANO - 4000	127	4000/7300	Mazzotti MAF 5240	174	5300/10800
Damman DT 3200H H 3A	240	12000/25000	Damman DT 2000 H Plus	150	4000/15000
Барс-3000	115	3000/6700	Damman DT 2500H	180	4000/18000
ОС-3000 4x4	184	3000/9000	Damman DT2500H	190	6000/18000
AVAGRO-МК 25XX	88,3	2500/3800	Jacto Uniport 3030	178	3000/6250
SUOLUN 3WP-2000	117	2000/7010	SUOLUN 3WP-3000	191	3500/11468

Литература

1. Бобровник А.И. Повышение эксплуатационных качеств мобильных агрегатов для внесения удобрений: Минск, МТЗ, 1997. – 160 с.
2. Белевич, А. Г. Сравнительный анализ конструктивных параметров самоходных машин для внесения удобрений / А. Г. Белевич, С. В. Занемонский, А. А. Дзема // Техническое и кадровое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве : материалы Международной научно-практической конференции, Минск, 24-25 октября, 2019 г. : в 2 ч. Ч. 1. - Минск : БГАТУ, 2019. - С. 66-67.

УДК 621.436.004

ВЛИЯНИЕ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ПУСК ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ

Гордеенко¹ А.В., к.т.н., доцент, Костенич² В.Г., к.т.н., доцент

¹Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, г. Горки,

²Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск

Использование тракторов и автомобилей зимой сопровождается большими потерями рабочего времени, труда и материальных средств на эксплуатацию, обслуживание, ремонт и хранение машин. Достаточно отметить, что простои машин из-за затрудненного пуска двигателя при температуре минус 25...30 °С и ниже часто достигают 1,0...1,5ч и более. При

этом на пусковых режимах повышается интенсивность изнашивания основных сопряжений, что снижает долговечность двигателя [1].

Пуск двигателя состоит из следующих основных стадий:

- 1) начальный разгон до пусковой частоты вращения коленчатого вала;
- 2) вращение коленчатого вала с примерно постоянной частотой до первых вспышек в цилиндрах (прокрутка);
- 3) вращение коленчатого вала с частичным использованием индикаторной мощности;
- 4) переход на режим самостоятельной работы;
- 5) работа в режиме холостого хода.

Практически вероятность успешного пуска двигателя зимой с первой попытки невысока (около 10 % [1, 2]), так как процесс может прекратиться на любой стадии.

В первой стадии коленчатый вал проворачивается пусковой системой двигателя (подача топлива выключена). Вторая стадия длится с начала устойчивого его вращения пусковой системой до начала подачи топлива в цилиндры двигателя. Третья стадия начинается с момента включения подачи топлива и характеризуется неустойчивой работой двигателя. Энергия, получаемая от сгорания топлива, недостаточна для увеличения частоты вращения коленчатого вала, которая колеблется в пределах $3...5 \text{ с}^{-1}$. Сразу после включения подачи топлива наблюдаются пропуски вспышек горючей смеси (до 40 % от общего числа впрысков топлива в цилиндры двигателя [1]). Угловая частота коленчатого вала изменяется в пределах $150...200 \text{ мин}^{-1}$. Максимальное давление сгорания при первой вспышке достигает $8,5 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2$, затем снижается до $(7...8) \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2$. Максимальное значение скорости нарастания давления в процессе сгорания (жесткость) при первой вспышке достигает $3,1 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2 \text{град}$; среднее давление жесткости равно $1,8 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2 \text{град}$ [2].

В переходном режиме работы при сгорании топлива выделяется энергия, достаточная для ускорения вращения коленчатого вала от $4...5 \text{ с}^{-1}$ до максимального значения (режим холостого хода) и самостоятельной работы двигателя. Пропуски вспышек прекращаются, равномерно снижается максимальное давление сгорания. Считается, что двигатель находится в режиме самостоятельной работы, если число вспышек, отнесенных к двум оборотам коленчатого вала, достигло 75 %. При работе двигателя в режиме холостого хода частота вращения коленчатого вала колеблется в узких пределах, среднее значение максимального давления сгорания практически равно давлению конца сжатия [1].

Низкие температуры воздуха и связанное с этим охлаждение агрегатов и эксплуатационных материалов затрудняют пуск двигателя, уменьшают стабильность работы отдельных систем двигателя на всех режимах. Трудности пуска двигателя возникают из-за сложности создания пусковой частоты вращения коленчатого вала двигателя, ухудшения условий смесеобразования и воспламенения смеси. К общим причинам, затрудняющим пуск холодных дизельных двигателей при низких температурах, относятся [1]:

увеличение момента сопротивления прокручиванию коленчатого вала двигателя, вызванное повышенной вязкостью масла;

снижение температуры поступающего в двигатель воздуха, что приводит к понижению температуры топливной смеси в конце сжатия. Пуск дизеля возможен лишь, когда температура в конце такта сжатия в камере сгорания достигает $350...400^\circ\text{C}$. Так, например, при частоте вращения коленчатого вала двигателя 190 мин^{-1} и температуре окружающего воздуха 0°C впрыск топлива снижает температуру смеси в конце такта сжатия на 130°C [1];

снижение температуры конца такта сжатия из-за интенсивной теплоотдачи в стенки цилиндров, ведет к снижению среднего индикаторного давления, развиваемого двигателем;

увеличения утечки воздуха через зазоры в сопряжениях деталей ЦПГ из-за медленного прокручивания коленчатого вала;

увеличение вязкости топлива, образование парафинов и ухудшения распыла его форсунками;

ухудшение работоспособности аккумуляторных батарей.

Для обеспечения надежного пуска тракторного двигателя необходимо, чтобы температура воздуха в конце сжатия была выше температуры самовоспламенения топлива. Температура самовоспламенения дизельного топлива в распыленном состоянии составляет 400°C, а температура воздуха в конце такта сжатия достигает 700°C (при нормальных условиях эксплуатации). Для нагрева воздуха до указанной температуры необходимо сжать его до $(300...350) \times 10^4$ Н/м². Однако в холодное время года даже высокое давление не обеспечивает нагрев воздуха до необходимой температуры в конце такта сжатия.

При пуске холодного двигателя, за счет усиленного теплообмена между воздушным зарядом и стенками цилиндра, повышение температуры сжимаемого воздуха замедляется, а, следовательно, ухудшаются условия самовоспламенения топлива. Кроме того, впрыск холодного топлива в камеру сгорания приводит к увеличению поверхностного натяжения и кинематической вязкости капель. Это сказывается на том, что увеличивается масса, и кинетическая энергия каждой капли, уменьшается суммарная сила их аэродинамического торможения. В результате интенсивность торможения капель уменьшается, и лишь небольшая часть цикловой подачи оказывается взвешенной в объеме факела. Все это приводит к тому, что увеличивается время на прогрев, испарение и воспламенение топлива, и как следствие происходит нарушение процесса горения и повышается жесткость работы двигателя. Пуск двигателя в холодное время года затрудняется еще тем, что температура самовоспламенения дизельного топлива возрастает с понижением давления в камере сгорания. Так, например, если при давлении 30 МПа температура самовоспламенения топлива равна 200°C, то при давлении 1 МПа она достигает 400°C [1, 2].

Большое влияние на процесс пуска и стабильность параметров рабочего процесса дизельных двигателей в зимнее время оказывают низкотемпературные свойства топлива, от которых зависит количество и равномерность подачи топлива насосом высокого давления, качество его распыливания форсунками и смесеобразования в цилиндре. С понижением температуры вязкость дизельного топлива повышается, а из-за выделения кристаллов парафинов мутнеет и даже застывает, теряя подвижность. Выпавшие кристаллы углеводородов забивают топливные фильтры и топливопроводы, что сначала нарушает, а затем полностью прекращает подачу топлива.

Таким образом, с целью снижения отрицательного воздействия низких температур на пусковые свойства дизелей необходимо применять разнообразные меры, наиболее существенными из которых являются:

- средства подогрева воздуха на впуске (свечи подогрева впускного воздуха, электрофакельные подогреватели);
- средства улучшающие низкотемпературные свойства дизельного топлива (депрессорные присадки, подогреватели топлива);
- средства колоризаторного воспламенения топлива (свечи накаливания);
- пусковые приспособления для впрыскивания легковоспламеняющихся пусковых жидкостей;
- средства улучшения пусковых качеств дизеля (декомпрессионный механизм, устройства, изменяющие фазы газораспределения и угол опережения подачи топлива при пуске);
- пусковые устройства повышенной мощности (электростартеры повышенной мощности и внешние источники электроэнергии).

В некоторых случаях целесообразно увеличивать пусковую подачу топлива до 1,5-2 раз превышающую подачу топлива номинальном режиме. Сочетание оптимальных вариантов из вышеперечисленного позволяет облегчить пуск дизельного двигателя при низких температурах окружающей среды.

Литература

1. А.Н. Карташевич, Г.М. Кухаренок, А.В. Гордеенко, Д.С. Разинкевич. Улучшение пусковых качеств автотракторных дизелей в зимний период эксплуатации/ Монография. – Горки: БГСХА, 2005-172 с.
2. Топливо, смазочные материалы и технические жидкости. Учебное пособие. ВО - Бакалавриат. А. Н. Карташевич, В. С. Товстыка, А.В. Гордеенко; под ред. А.Н. Карташевича / Издание 3-е, Минск, «Новое знание». Москва, «ИНФРА-М». 2022-421 с.

УДК 621.436.004

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФИЛЬТРОВАЛЬНЫХ
БУМАГ МАСЛЯНЫХ ФИЛЬТРОВ ДВС И УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Белоусов¹ В.А., к.т.н., **Бондаренко² И.И.**, к.т.н., доцент, **Павлючук² Н.В.**, к.б.н.

¹Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, г. Горки,

²Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск

Надёжность машин, применяемых в различных отраслях народного хозяйства, в большой степени обусловлена надёжностью двигателей внутреннего сгорания (ДВС), являющихся наиболее распространёнными энергетическими установками. В свою очередь надёжность и долговечность ДВС в большой степени зависит от надёжности работы системы очистки масла. Однако существующие системы очистки масла современных двигателей внутреннего сгорания не всегда в полной мере удовлетворяют требованиям, предъявляемым к ним. Так, например, при запуске холодного двигателя, оснащенного полнопоточной центрифугой, к трущимся деталям двигателя в начальный период подается практически неочищенное масло из поддона картера, т.к. время выхода центрифуги на номинальный скоростной режим составляет от нескольких минут летом до 20 минут в холодное время года [1]. При использовании в системе смазки полнопоточных бумажных фильтрующих элементов при запуске холодного двигателя увеличивается вероятность прорыва фильтрующей шторы или открытия перепускного клапана фильтра из-за высокой вязкости непрогретого масла [2]. Проворачивание вкладышей подшипников, задиры шеек коленчатого вала, аварийное изнашивание деталей двигателя – вот далеко не полный перечень последствий некачественной очистки моторного масла, приводящих к необходимости проведения дорогостоящих ремонтов.

Для устранения вышеуказанных недостатков предлагается использование для очистки масла в автотракторных двигателях полнопоточных фильтров с фильтрующими элементами из углеродных тканей [3]. Углеродные ткани обладают большой прочностью на разрыв, высокой химической стойкостью в агрессивных средах, хорошей тепло- и электропроводностью, стойки к воздействию высоких температур. В случае применения на двигателе фильтрующих элементов из углеродных тканей появляется возможность подогрева проходящего через фильтр масла при запуске двигателя посредством пропускания электрического тока через фильтрующую штору, чем достигается снижение перепада давления на фильтре и предупреждается открытие перепускного клапана фильтра, а, следовательно, и подача неочищенного масла к парам трения двигателя. При использовании фильтрующих элементов из углеродных тканей появляется возможность их регенерации и многократного использования.

Давление открытия перепускного клапана фильтра определяется прочностью материала фильтрующей перегородки и для бумажных фильтрующих элементов обычно не превышает 0,15 – 0,18 МПа [2]. Однако в технической литературе практически не встречается необходимых сведений о прочности фильтровальных бумаг масляных фильтров ДВС, поэтому целью наших исследований было определение разрывной прочности фильтровальных бумаг и сравнение её с прочностью углеродных тканей.