

УДК 621.313.33:004

**ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМОГО
АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ДЛЯ СТЕНДОВ ОБКАТКИ И
ИСПЫТАНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ ПЕРЕДАЧ**

Прищепов М.А., д.т.н., доцент, **Иванов Д.М.**, аспирант

Белорусский государственный аграрный технический университет

Обкатка и испытание – завершающие операции в технологическом процессе изготовления и ремонта механических передач, определяющие эффективность их работы при последующей эксплуатации. Основные задачи, решаемые в процессе их обкатки и испытания: подготовка сборочных единиц к восприятию эксплуатационных нагрузок, выявление возможных дефектов, связанных с качеством изготовления и восстановления деталей, а также выполнения сборочных работ, проверка соответствия основных характеристик требованиям нормативно-технической документации. В процессе обкатки при взаимном первичном изнашивании улучшается качество поверхностей трения, достигается требуемая шероховатость и износостойкость поверхностных слоев прирабатываемых материалов и, как следствие, улучшаются основные эксплуатационные параметры сборочных единиц.

Операции обкатки и испытания механических передач проводят на специальном оборудовании – стендах обкатки и испытания передач. Исходя из анализа литературных источников, опыта работы ремонтных и машиностроительных предприятий, а также технических требований стандартов к методам испытаний и оборудованию стендов можно сформулировать следующие основные требования, касающиеся электропривода стенда:

- стенды должны обеспечивать бесступенчатое регулирование скорости входного вала от нуля до номинальной и нагружение передачи путем изменения нагрузки на выходном валу;
- нагрузочное устройство должно обеспечивать регулирование величины тормозного момента от холостого хода до номинального момента без остановки приводного двигателя в широком диапазоне изменения угловой скорости выходного вала испытуемой передачи;
- стенды должны обеспечивать отсоединение и присоединение входного вала передачи к приводному двигателю во время его вращения;
- стенды должны обеспечивать измерение угловых скоростей и крутящих моментов (мощностей) на входном и выходном валу механической передачи с погрешностью не более 2%;
- стенды должны обеспечивать возможность автоматизации обкатки и испытаний передач;
- стенды должны обеспечивать режимы обкатки и испытания механических передач как на холостом ходу, так и под нагрузкой имитирующие движение транспортного средства с горы или его торможение двигателем внутреннего сгорания;
- стенды должны быть надежными, экономичными и обеспечивать длительный режим работы, допустимый уровень шума (не более 85 Дб).

Операцию обкатки механических передач, передающих крутящий момент, проводят без нагружения крутящим моментом и под нагрузкой, плавно или ступенчато приближаясь, и номинальной. Важное значение имеет обкатка и испытание агрегатов под продолжительно действующей нагрузкой, позволяющая обеспечивать приработку сопряженных деталей, контролировать уровень шума и температуру агрегата. При этом требуются значительные затраты энергии на процесс обкатки. В этой связи весьма актуальным является вопрос выбора принципиальной схемы стенда и его устройств, позволяющих обеспечивать снятие необходимых характеристик испытуемых передач и минимальные энергозатраты в процессе обкатки. Классификация возможных вариантов стендов для обкатки и испытания механических передач по основным признакам представлена на рисунке 1

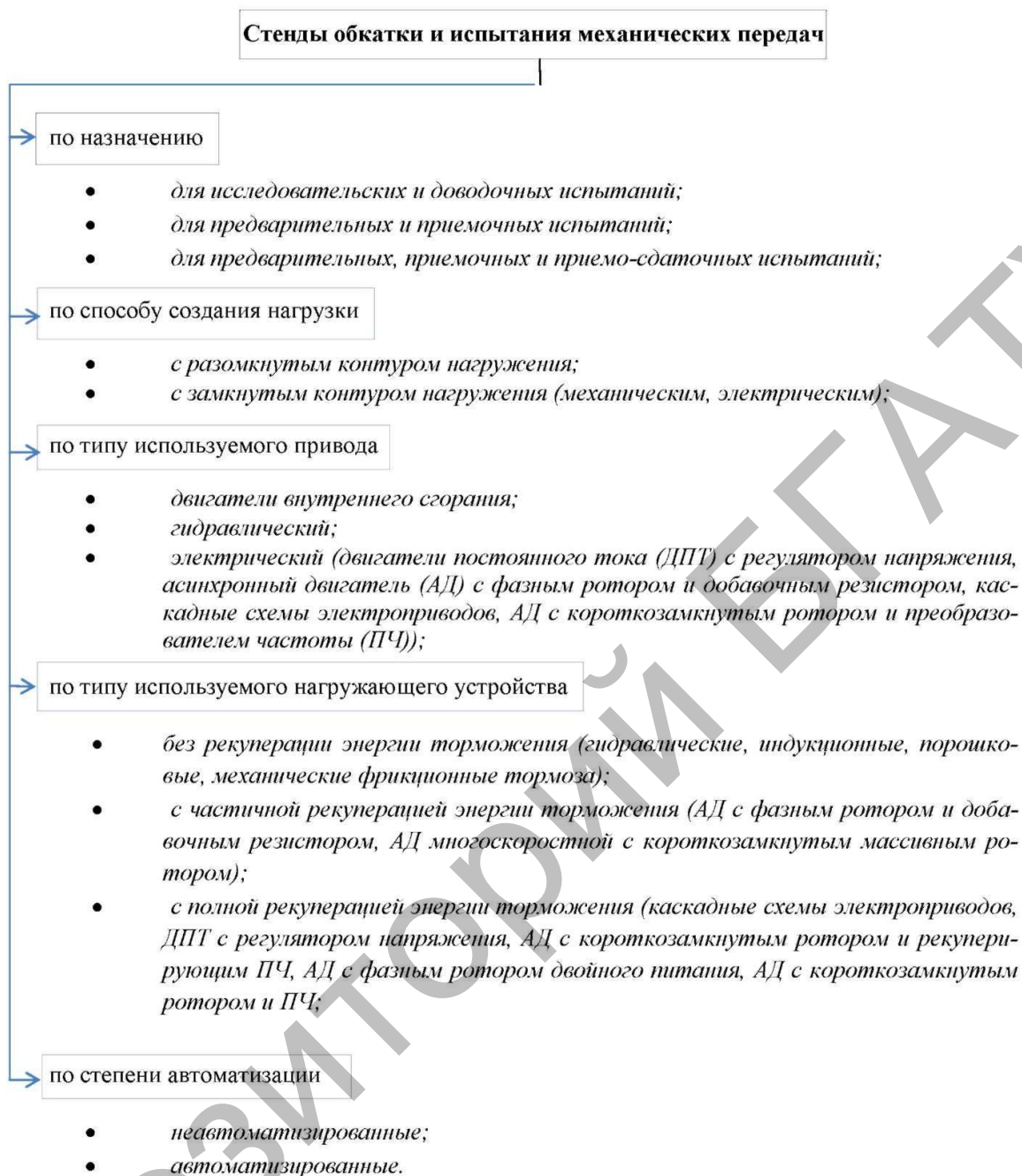


Рисунок 1 - Классификация стендов для обкатки и испытания механических передач

Анализ известных конструкций стендов в соответствии с приведенными в классификации признаками показывает, что наиболее экономичными являются стенды с замкнутым контуром нагружения, причем предпочтение при этом необходимо отдать электрическому замкнутому контуру нагружения, так как при использовании в стенде электрического привода и соответствующего тормозного устройства можно обеспечить полную рекуперацию энергии торможения по внутреннему или внешнему контуру от тормозного устройства к электроприводу стенда. При этом электрические устройства легче поддаются автоматизации, что очень важно на современном этапе. Что касается стендов с механическим замкнутым контуром нагружения, то их невозможно использовать для обкатки и испытания гидромеханических передач, кроме того они требуют, вместе с дополнительными передачами, наличия четного количества передач, как правило 2 или 4, для создания механического контура нагружения, что значительно усложняет стенд и требует одновременного изменения передаточного отношения испытываемой и дополнительных передач, кроме этого, после каждого пе-

Секция 5: Энерготехнологии и автоматизация технологических процессов АПК

реключения передачи необходимо проводить процесс ее нагружения крутящим моментом, требующий дополнительных затрат времени и плохо поддающийся автоматизации.

Таблица 1 - Стоимости современных преобразователей частоты

Мощность преобразователя, кВт	Фирма производитель											
	ES021A, Россия		POWTRAN		Siemens Micro-master 440		EI-7011 ВЕСПЕР, Россия		HFinverter F-1000		Hyundai, Корея	
	Цена \$, экв.	\$/кВт	Цена \$, экв.	\$/кВт	Цена \$, экв.	\$/кВт	Цена \$, экв.	\$/кВт	Цена \$, экв.	\$/кВт	Цена \$, экв.	\$/кВт
0,75	470	626	244	325	583	775	450	600	247	329	250	333
1,5	510	340	247	165	698	517	523	349	264	176	263	176
2,2	570	260	297	135	800	364	547	249	309	141	293	133
4	700	175	353	88	986	247	667	167	415	104	327	82
5,5	800	145	463	84	1202	219	760	138	504	92	550	100
7,5	1000	133	550	73	1450	193	950	126	580	77	730	97
11	1150	105	760	69	1930	175	1093	99	727	66	780	71
15	1500	100	960	64	2535	169	1570	105	959	64	1057	70
18,5	1700	92	ИЗО	61	2960	160	1617	87	1209	65	1153	62
22	1950	87	1430	64	3310	150	1853	84	1347	61	1203	57
30	2540	85	1720	57	4250	142	2417	81	1726	58	1860	61
37	3300	89	2150	58	4900	132	2947	80	2157	58	2447	66
45	3700	82	2950	65	5900	131	3517	78	2653	59	2993	67
55	4420	80	3365	61	6800	127	3850	70	2860	52	3147	57
75	6000	80	3830	51	7725	103	4940	66	4116	55	3437	46
90	7600	84	5000	56	9300	103	6137	68	4475	50	5537	62
110	8800	80	5350	49	10650	97	7443	68	5135	47	5613	51
132	10800	82	7000	53	12300	93	8297	63	6435	48	6980	53
160	11800	74	7750	48	13800	86	9817	61	7634	48	7020	44
185	13900	75	9000	49	-	-	12603	68	8926	48	-	-
200	16500	82	10550	53	15760	79	-	-	9664	48	-	-
220	17050	77	12800	58	-	-	-	-	11296	51	15503	70
250	18500	74	14800	59	-	-	-	-	12756	51	-	-
280	21500	77	16270	58	-	-	-	-	14429	51	17733	63
315	22300	71	18530	59	-	-	-	-	16393	52	17733	56

После выбора использования в стенде замкнутого электрического контура нагружения однозначно решается вопрос по выбору электропривода и электрического нагружающего устройства с полной рекуперацией энергии торможения. В качестве электропривода и нагружающего устройства с точки зрения энергоэффективности и обеспечения необходимых диапазонов регулирования скорости и момента наиболее целесообразно использование либо ДПТ с регулятором напряжения, либо АД с короткозамкнутым ротором и ПЧ, либо их комбинации. При их одинаковых технических возможностях, надежности, удобства управления и эксплуатационных затрат, определяющим критерием при выборе будет минимум капитальных затрат.

По данным [1] в начале восьмидесятых годов удельная стоимость комплектных электроприводов постоянного тока типа АТЕ и АТО средней мощности (4...22 кВт) составляла 30...36 руб/кВт при удельной массе 14...23 кг/кВт, а преобразователей частоты типа ТПЧ и ЭКТР - 80...90 руб/кВт при удельной массе 20...30 кг/кВт. За 10 лет стоимость ПЧ снизилась в пять раз [2], а регуляторов постоянного напряжения - в 2...3 раза. Элементную базу силовой части ПЧ составили силовые транзисторы. Это позволило уменьшить так же и удельную массу ПЧ в 2...3 раза.

Удельная стоимость ДПТ средней мощности типа 2П в начале восьмидесятых годов по данным [2] составляла 58...66 руб/кВт при удельной массе 29...32 кг/кВт, а АД с короткоза-

мкнутым ротором типа 4А составляла 10...13руб/кВт при удельной массе 8..10 кг/кВт. За десять лет эти показатели уменьшились на 10.. 15% для АД и на 20..30% для ДПТ.

На сегодняшний день удельная стоимость ПЧ малой мощности равна примерно 90..780 \$/кВт при удельной массе 1,0...3,0 кг/кВт, а средней мощности - 60..170 \$/кВт при удельной массе 0,8..1,3 кг/кВт (табл.1).

Удельная стоимость АД с короткозамкнутым ротором (серия АИР) малой мощности примерно равна 30... 100 \$/кВт, а средней мощности - 25...45 \$/кВт в зависимости от исполнения и номинальной частоты вращения. В тоже время удельная стоимость ДПТ средней мощности равна 80... 160 \$/кВт.

Из приведенного анализа видно, что регуляторы постоянного напряжения в настоящее время дешевле чем ПЧ, но стоимость ДПТ в несколько раз превышает стоимость АД с короткозамкнутым ротором. При этом общая стоимость регулируемого электропривода АД с короткозамкнутым ротором - ПЧ получается меньше стоимости электропривода ДПТ с регулятором напряжения в 1,5...2 раза. Кроме того, АД с короткозамкнутым ротором проще, надежнее и менее пожаро-и взрывоопасны.

Таким образом, по критерию – капитальные затраты для привода и тормозного устройства обкаточных и испытательных стенов механических передач наиболее подходит АД с короткозамкнутым ротором и ПЧ.

Литература

1. Электротехнический справочник. В 3-х т. Т.3. Исследование электрической энергии. /Под ред. проф. В.Г. Герасимова, П.Г. Грудинского, Л.А.Жукова и др. - 6-ое изд. - М.: Энергоиздат, 1982 – 506 с.
2. Перспективы развития электродвигателей в системах электропривода, /Федотенко Л,В./ Электротехн. пр-во. Перед, опыт и науч.- техн. достиж. для внедрения. - 1990, №2, с.34-36.

УДК 66.087.4:628.358

ДООЧИСТКА СТОКОВ АВТОМОЕК В ЭЛЕКТРОУСТАНОВКЕ С НЕОДНОРОДНЫМИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ И МАГНИТНЫМИ ПОЛЯМИ

Крутов А.В., к.т.н., доцент, Бойко М.А., ст. преподаватель
Белорусский государственный аграрный технический университет

В настоящее время в агропромышленном комплексе Республики Беларусь при очистке сточных вод постов мойки применяются различные технологические схемы. Одна из них приведена на рисунке 1.

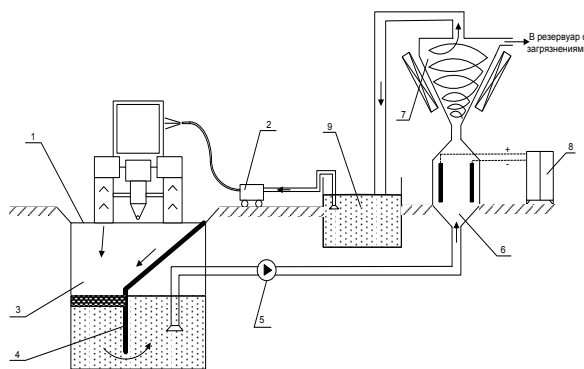


Рисунок 1 – Технологическая схема очистки сточных вод поста мойки сельскохозяйственной техники:

- 1 – моечная площадка; 2 – моечная машина; 3 – резервуар сбора сточных вод; 4 – перегородка; 5 – насос; 6 – электрокоагулятор; 7 – электромагнитный гидроциклон; 8 – источник питания; 9 – резервуар чистой воды