

Электромеханическая система включения фрикционной муфты кривошипного пресса

11, ноябрь 2014

Складчиков Е. Н.

УДК: 621.73.06

Россия, МГТУ им. Н.Э. Баумана
ens_0@mail.ru

Системы включения современных кривошипных прессов содержат фрикционную муфту и тормоз, приводимые сжатым воздухом с помощью пневматических цилиндров.

Такое конструктивное решение имеет ряд существенных недостатков. Пресс использует энергию двух видов: электрическую и энергию сжатого воздуха. Для обеспечения пресса сжатым воздухом необходимы мощная компрессорная станция, цеховая пневмосеть. Выпуск воздуха из цилиндра привода муфты сопровождается значительным шумовым эффектом. Сжатый воздух при подготовке к использованию насыщается масляными парами, которые, в конечном счете, оказываются в атмосфере производственного помещения. Всё это существенно ухудшает экологию. Кроме того, энергия сжатого воздуха является весьма дорогостоящей.

Возможен отказ от использования для привода включения муфты и тормоза пневматических цилиндров в пользу электромеханического привода [1]. Конструктивная схема такого привода показана на рис. 1. Привод содержит асинхронный двигатель 1, который через редуктор 2, винт 3 и гайку 4 винтовой пары перемещает в осевом направлении нажимной диск муфты 5, штангу 6, размещённую в эксцентриковом валу (кривошипе) 7, и через штангу – диск тормоза 8 с фрикционной накладкой 9, осуществляя тем самым включение муфты. Корпус муфты 10 является её ведущим элементом и получает вращение от привода пресса, выполненного по любой из известных схем. В корпусе муфты смонтированы снабжённые фрикционными накладками ведомые 11, 13 и ведущие 12, 14 диски. Размыкание дисков муфты и её выключение осуществляется пружинами 15. Винт и гайка винтовой пары имеют ограничение перемещения относительно друг друга. Перемещение

винта относительно гайки в направлении, показанном стрелкой ω , ограничивается смыканием дисков муфты; перемещение в обратном направлении – упорами в винтовой паре.

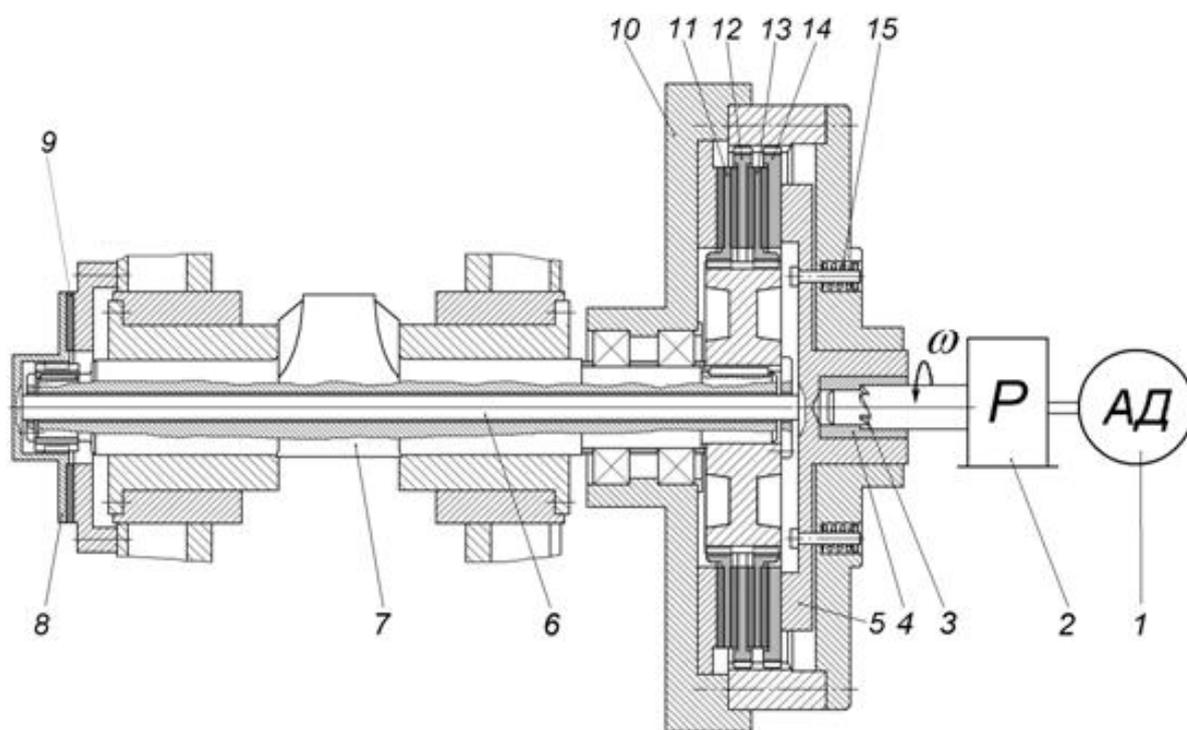


Рис. 1

Работа пресса с электромеханической системой включения осуществляется следующим образом. Включается главный привод пресса, при этом корпус муфты приводится во вращение. Двигатель 1 электромеханической системы включения через редуктор 2 приводится во вращение. Подача электрического напряжения на двигатель отсутствует, и он вращается в режиме холостого хода. Передаточное число редуктора 2 выбрано таким, что угловая скорость двигателя 1 несколько меньше его угловой скорости номинальном режиме. Момент на вал редуктора передаётся упорами винтовой пары, гайка и винт которой вращаются с одинаковой скоростью в направлении, показанном стрелкой ω . Для выполнения цикла штамповки включается двигатель 1. При этом он развивает момент, при котором винт 3 получает большую угловую скорость, чем гайка 4. Последняя получает осевое перемещение, результатом которого является смыкание дисков муфты 11-14 и размыкание диска тормоза 8. Ведомые части привода пресса получают вращение, и выполняется двойной ход ползуна пресса. Перед приходом ползуна пресса в верхнее положение двигатель 1 отключается, винт 3 начинает двигаться со скоростью меньшей скорости гайки 4, в

результате чего размыкаются диски муфты, замыкается диск тормоза и ведомые части привода пресса, включая и ползун, останавливаются. Вращение двигателя 1 перед его включением исключает его пусковой режим, который является “тяжёлым” для асинхронных двигателей.

Анализ работы кривошипного пресса с электромеханической системой включения выполнен с помощью математического моделирования с привлечением программного комплекса анализа динамических систем Ра9 [2]. В качестве объекта анализа выбран кривошипный горячештамповочный пресс конструкции АМО ЗИЛ с номинальной силой 25МН. Топология пресса на входном языке комплекса Ра9 показана на рис. 2. Поэлементное соответствие пресса и его модели показано в таблице 1. Двигатель электромеханической системы включения 1 выбран мощностью 5,5 кВт и синхронной частотой вращения 750 об/мин., средний диаметр винтовой пары – 100 мм, ход винтовой пары – 5 мм. Передаточное число редуктора 2 выбрано равным 14.

На рис. 3 показаны результаты математического моделирования четырёх циклов, на рис. 4 – одного цикла работы пресса. Моделирование показало устойчивость работы пресса с электромеханической системой включения. Частота вращения двигателя 1 перед его включением составила 663,2 об/мин. Затраты энергии двигателя электромеханической системы включения на один цикл работы пресса составили 18571 Дж. Соответствие эквивалентного тока двигателя электромеханической системой включения его номинальному току говорит о правильности выбора его номинальной мощности.

Для подтверждения экономии энергии пресса с электромеханической системой включения было выполнено математическое моделирование работы пресса с традиционной системой включения. В математическую модель были включены элементы компрессорной станции. В обычных условиях компрессорная станция обслуживает большое число потребителей сжатого воздуха. Для преодоления неопределённости этих условий энергетические и конструктивные параметры компрессорной станции были выбраны минимально необходимыми для обслуживания одного пресса, выбранного в качестве объекта моделирования.

Таблица 1

	Номер эле-мента на рис.1	Элемент	Обозначение элемента(ов) на топологии (рис. 2)	Имена при- влеченных моделей [2]
ПРИВОД ПРЕССА	-	Источник питания	Е	V
	-	Двигатель главного привода асинхронный	DV 4АНК315S6У3	DVA
	-	Ремённая передача	РЕМЁННАЯ ПЕРЕДАЧА	RP
	-	Маховик	МАХОВИК 1500	M
	-	Зубчатая передача	ЗУБЧАТАЯ ПЕРЕДАЧА	ZACPCN
МЕХАНИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ВКЛЮЧЕНИЯ		Управляемый источник питания	ЕU	V
	1	Двигатель системы включения асинхронный	DV1 4A180M8У3	DVA
	2	РЕДУКТОР	РЕДУКТОР	RDN
	3,4	Винтовая пара с упором	ВИНТОВАЯ ПАРА УПОР ВИНТОВОЙ ПАРЫ	VNTPR, UPRL
	8,9	Тормоз	FRT1, FRT2	FRMT
	11-15	Муфта	FRM1-FRM4	FRMT
	16	Пружина	ПРУЖИНА ОТКЛЮЧЕНИЯ МУФТЫ	K
	10	Подшипниковая опора криво- шипа	ПОДШИПНИКОВАЯ ОПОРА КРИВОШИПА	SHARN2
	7	Кривошип	КРИВОШИП	BALKA2
	-	Кривошипная головка шатуна	КРИВОШИПНАЯ ГОЛОВКА ШАТУНА	SHARN2
	-	Шатун	ШАТУН	BALKA2
	-	Ползунная головка шатуна	ПОЛЗУННАЯ ГОЛОВКА ША- ТУНА	SHARN2
	-	Ползун	ПОЛЗУН	NPR
	-	Технологическая сила	ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ НА- ГРУЖЕНИЕ	TNGK

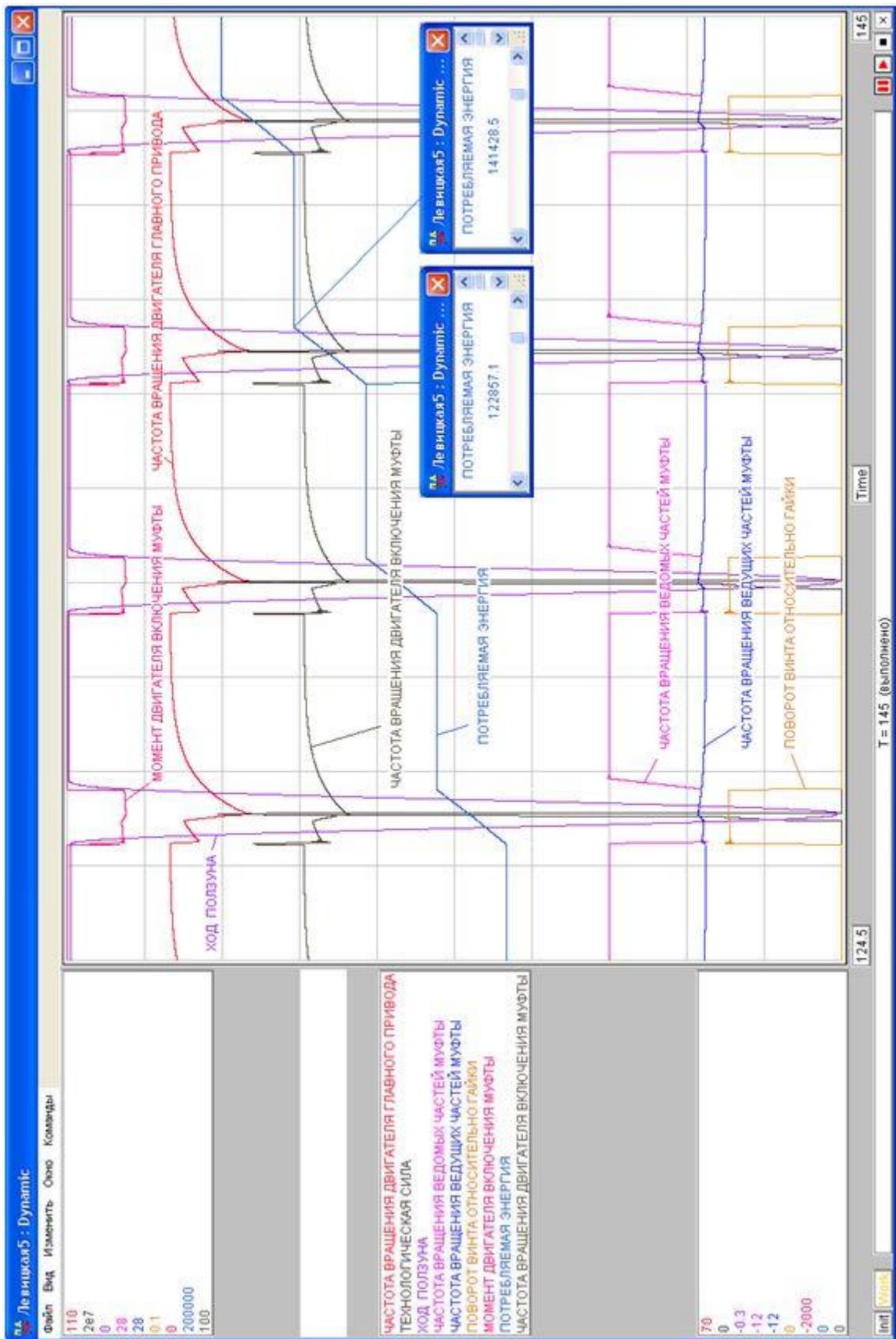


Рис. 3

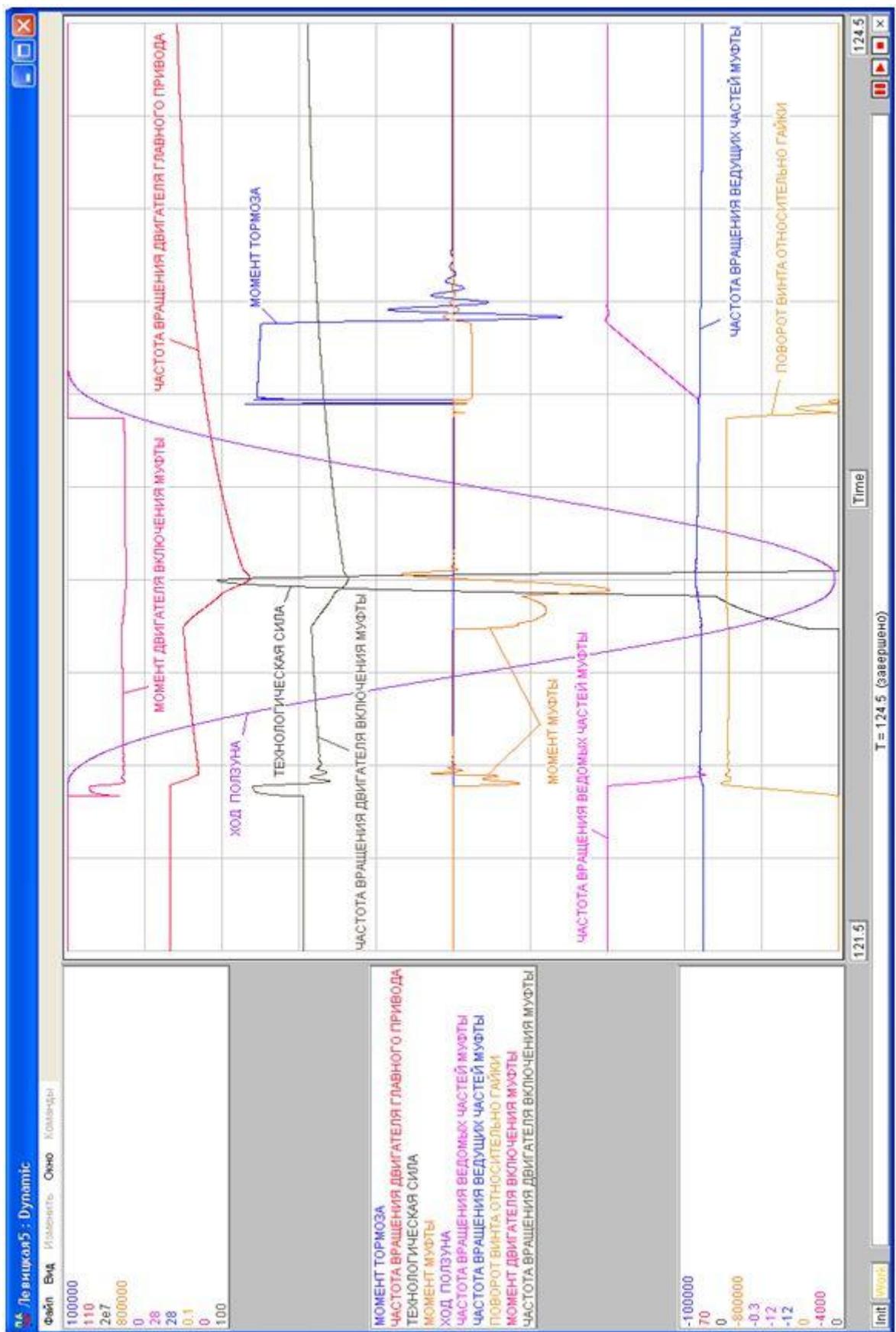


Рис. 4

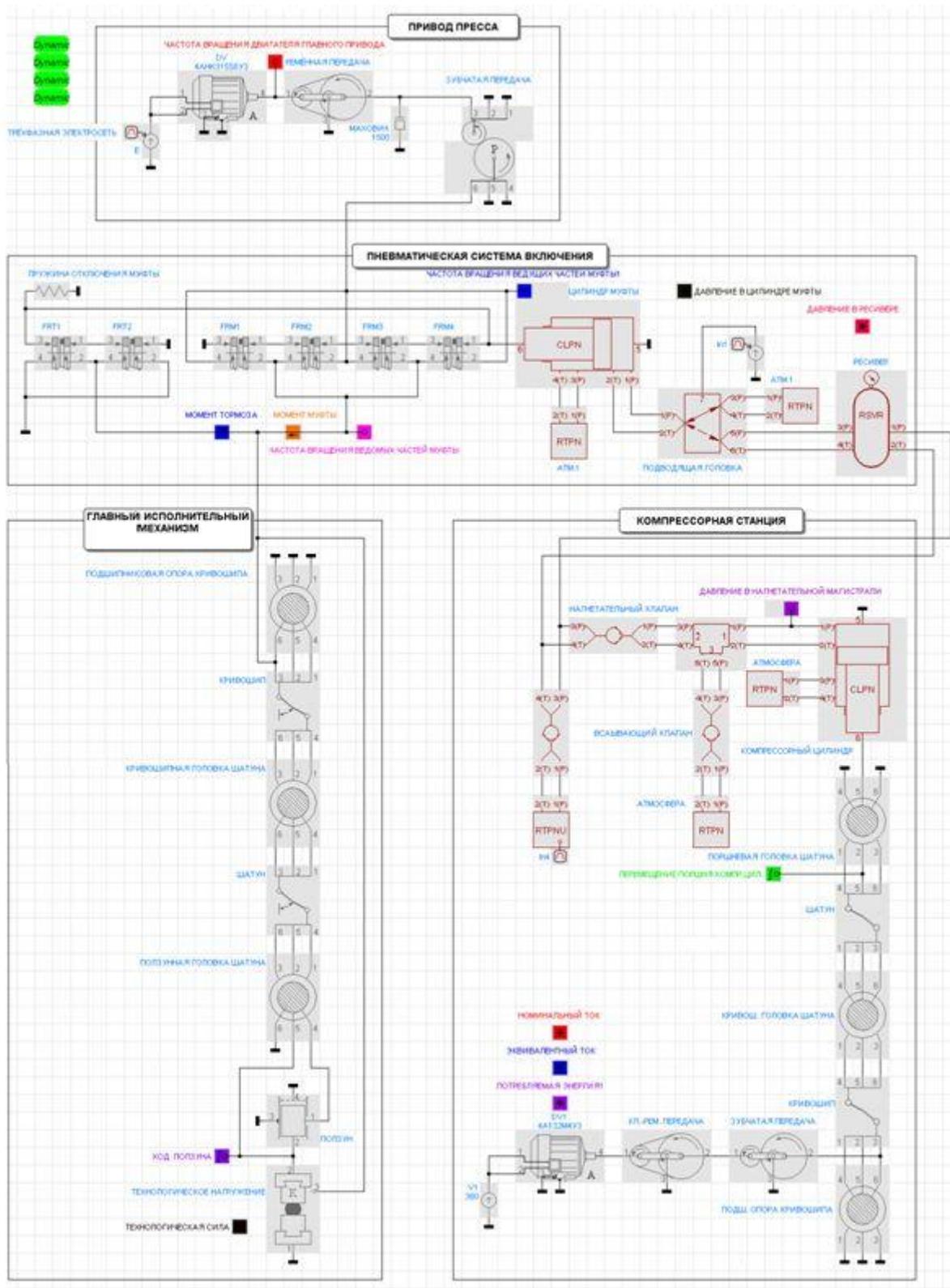


Рис. 5

Таблица 2

	Элемент	Обозначение элемента(ов) на топологии (рис. 5)	Имена привлеченных моделей [2]
ПНЕВМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ВКЛЮЧЕНИЯ	Цилиндр муфты	ЦИЛИНДР МУФТЫ	
	Золотник включения муфты	ПОДВОДЯЩАЯ ГОЛОВКА	
	Ресивер	РЕСИВЕР	
КОМПРЕССОРНАЯ СТАНЦИЯ	Двигатель асинхронный	DV1 4A132M4У3	
	Клиномённая передача	КЛ.-РЕМ. ПЕРЕДАЧА	
	Редуктор	ЗУБЧАТАЯ ПЕРЕДАЧА	
	Подшипниковая опора кривошипа	ПОДШ. ОПОРА КРИВОШИПА	
	Кривошип	КРИВОШИП	
	Кривошипная головка шатуна	КРИВОШ. ГОЛОВКА ШАТУНА	
	Шатун	ШАТУН	
	Поршневая головка шатуна	ПОРШНЕВАЯ ГОЛОВКА ШАТУНА	
	Компрессорный цилиндр	КОМПРЕССОРНЫЙ ЦИЛИНДР	
	Всасывающий клапан	ВСАСЫВАЮЩИЙ КЛАПАН	
	Нагнетательный клапан	НАГНЕТАТЕЛЬНЫЙ КЛАПАН	

Топология пресса и обслуживающей его компрессорной станции показана на рис. 5. Поэлементное соответствие комплекса пресса с компрессорной станцией и его модели показано в таблице 2. Результаты моделирования приведены на рис. 6-8. На рис. 6 показан процесс первичного заряда ресивера компрессорной станции и его подзарядки при выполнении четырёх циклов работы пресса. На рис. 7 показаны результаты моделирования тех же четырёх циклов работы самого пресса, на рис. 8 – второго из них. Затраты энергии двигателя привода компрессорной станции для традиционной системы включения на один цикл работы пресса составили 29623 Дж.

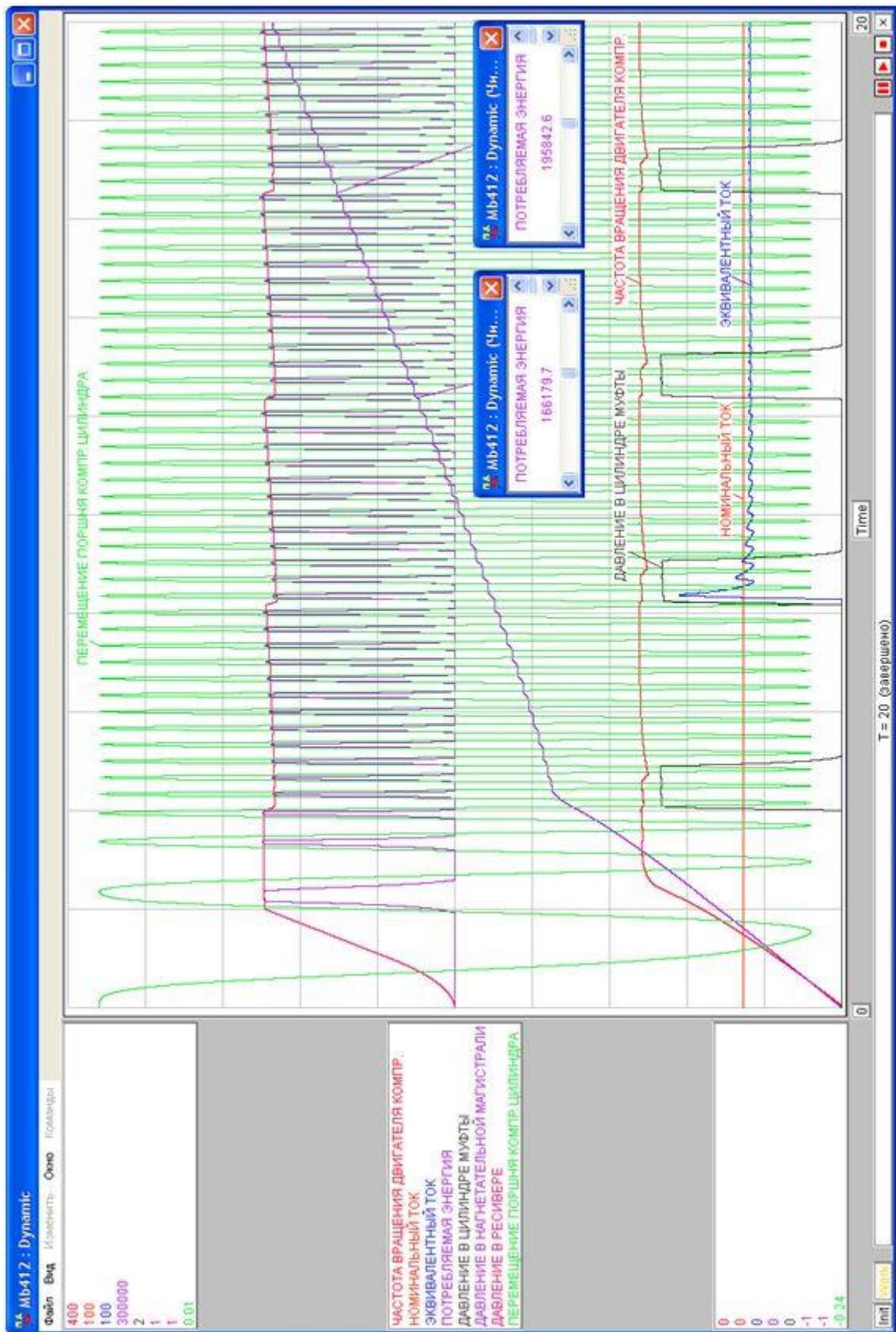


Рис. 6

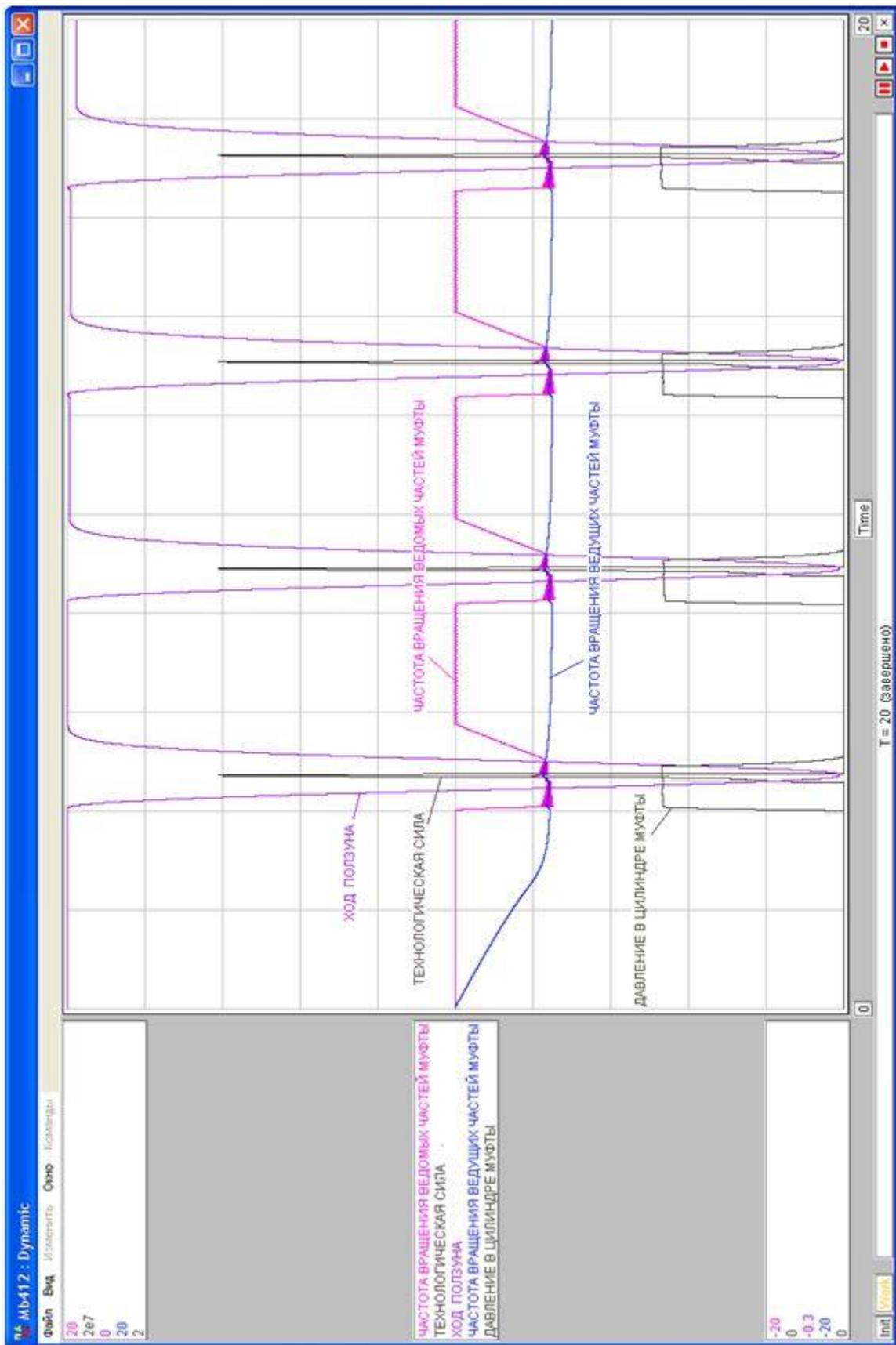


Рис.7

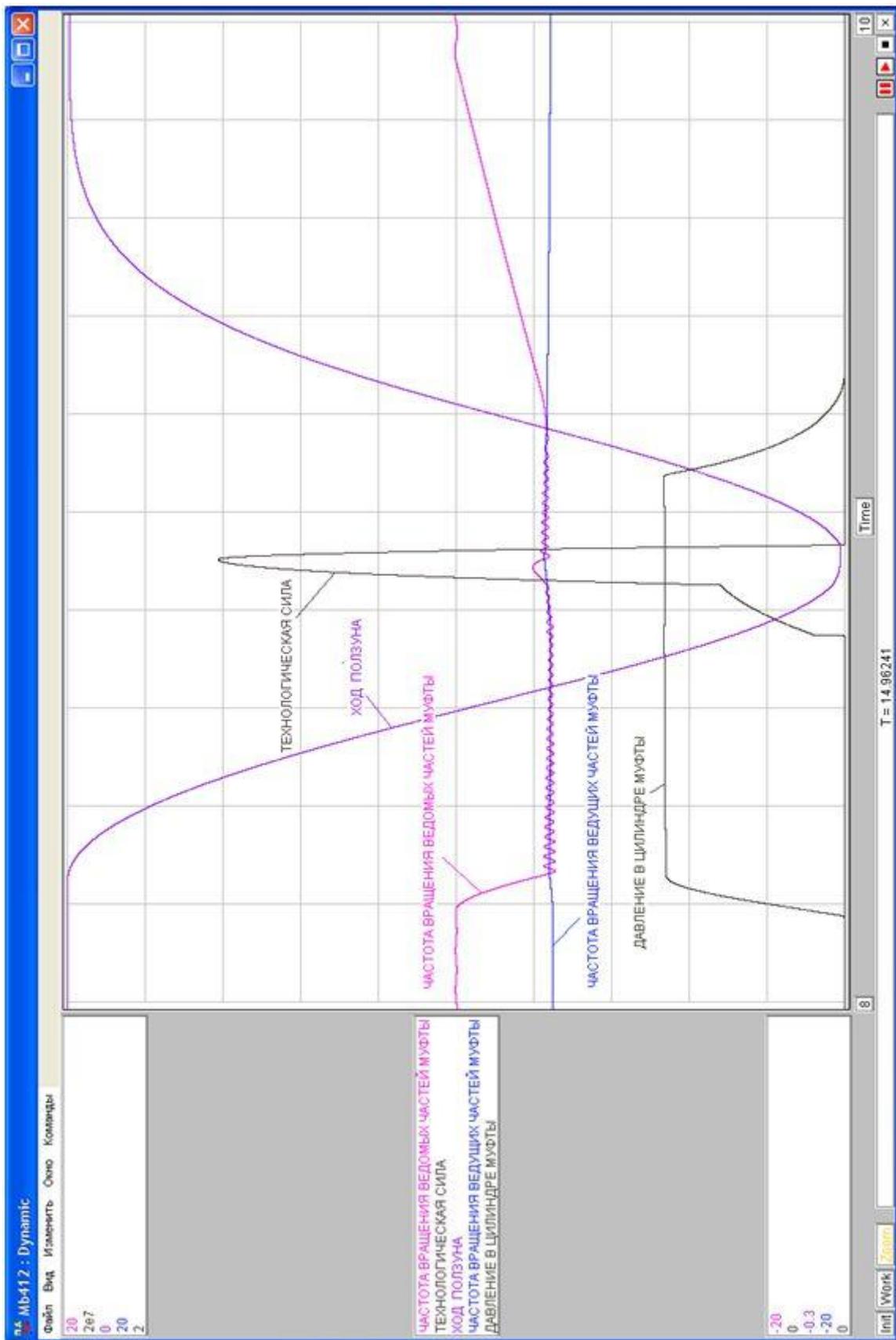


Рис. 8

Основные выводы.

1. Математическое моделирование подтверждает работоспособность кривошипного прессы с электромеханической системой включения и её преимущества перед традиционной системой включения, изложенные выше.
2. Расход энергии электромеханической системы на один цикл работы прессы составляет 63% от расхода энергии для традиционной системы включения.

Список литературы

1. Горизонтально-ковочная машина. Патент РФ № 2310540 от 02.12.2005.
2. Живов Л.И., Овчинников А.Г., Складчиков Е.Н. Кузнечно-штамповочное оборудование: Учебник для вузов/Под ред. Л.И. Живова. –М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. – 560 с.