

О.Н. Парфенович, В.А. Цаль,
А.А. Петров, Е.С. Киселев

ПРИМЕНЕНИЕ ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ДЛЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ПОЛИЭФИРНЫХ СМОЛ

Процесс производства полиэфирной смолы в аппаратах периодического действия зависит от многих факторов, важнейшими из которых являются: температура, давление, состав и количество катализатора и, наконец, механическое перемешивание.

Последнее является необходимым условием, существенно ускоряющим реакцию в автоклаве.

Однако интенсивность перемешивания должна снижаться по мере готовности продукта, так как, во-первых, в процессе перемешивания вязкость расплава непрерывно возрастает; во-вторых, ввиду нелинейной зависимости между моментом нагрузки и частотой вращения требуемая мощность привода резко увеличивается при большой частоте; в-третьих, мощность, потребляемая при перемешивании, ограничивается прочностью механических конструкций мешалки и автоклава.

С целью получения пониженной скорости перемешивания по мере увеличения вязкости массы для приводов мешалок автоклавов поликонденсации, установленных в настоящее время на Могилевском комбинате синтетического волокна им. В.И. Лени-

на, применяются двухскоростные электродвигатели, имеющие двух- и восьмиполосную разделенные обмотки (рис. 1).

Переключение напряжения питания с двух- на восьмиполосную обмотку статора двигателя происходит после того, как достигнута оптимальная температура, а нагрузка возрастает до максимально допустимой величины вследствие возросшей вязкости расплава при максимальной угловой скорости. На рис. 2 показаны характеристики угловой скорости двигателя ω , активной мощности P и момента нагрузки M на валу двигателя в зависимости от времени цикла для технологического регламента с применением двухскоростного двигателя.

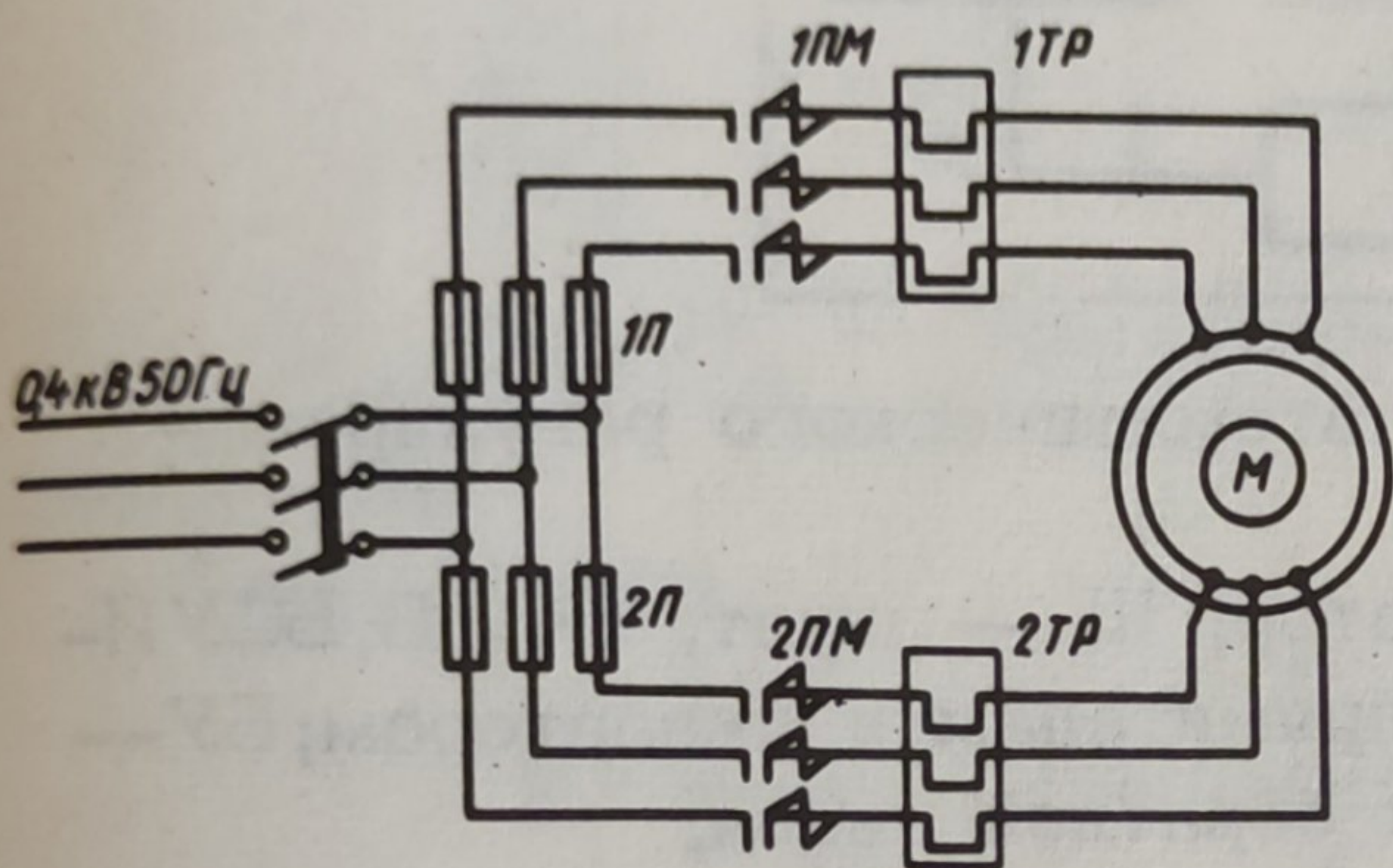


Рис. 1. Принципиальная схема питания двухскоростного привода мешалок:

M — двигатель; 1 ПМ, 2 ПМ — магнитные пускатели; 1 П, 2 П — предохранители; 1 ТР, 2 ТР — тепловые реле.

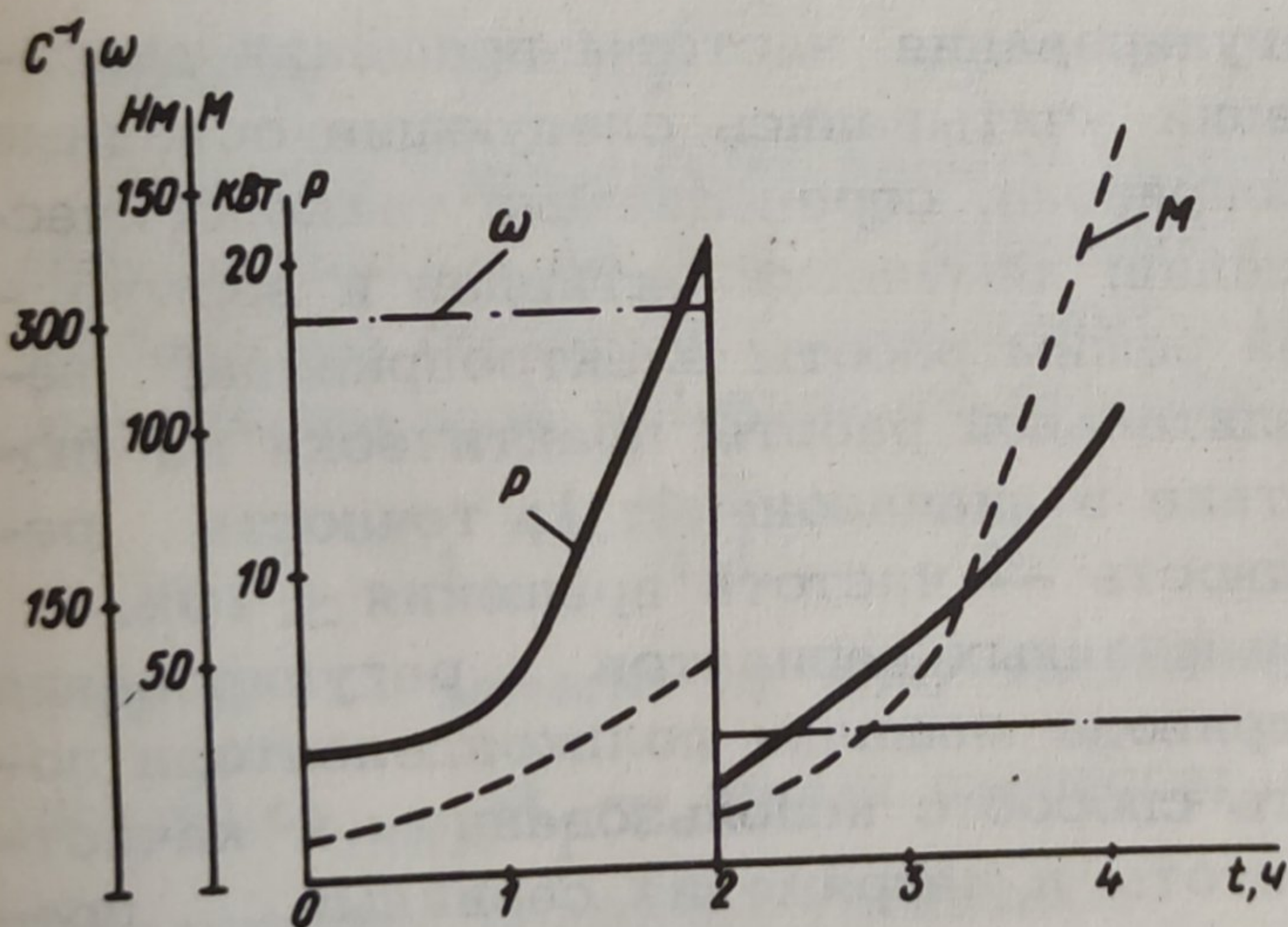


Рис. 2. Характеристики частоты вращения ω , момента нагрузки M и мощности P двигателя мешалки за цикл поликонденсации.

Как видно из рис. 2, половину времени цикла мешалка работает на ступени минимальной скорости, эффективность механического фактора в процессе реакции заметно снижается. При этом двигатель в течение почти одной трети времени цикла практически не загружен.

В целях определения потенциального резерва производительности автоклава Могилевским машиностроительным институтом совместно с Могилевским комбинатом синтетического волокна

была разработана система автоматического регулирования частоты вращения электропривода мешалки автоклава поликонденсации (рис. 3), обеспечивающая плавное снижение частоты вращения мешалки в зависимости от возрастающей степени вязкости полиэфирной смолы.

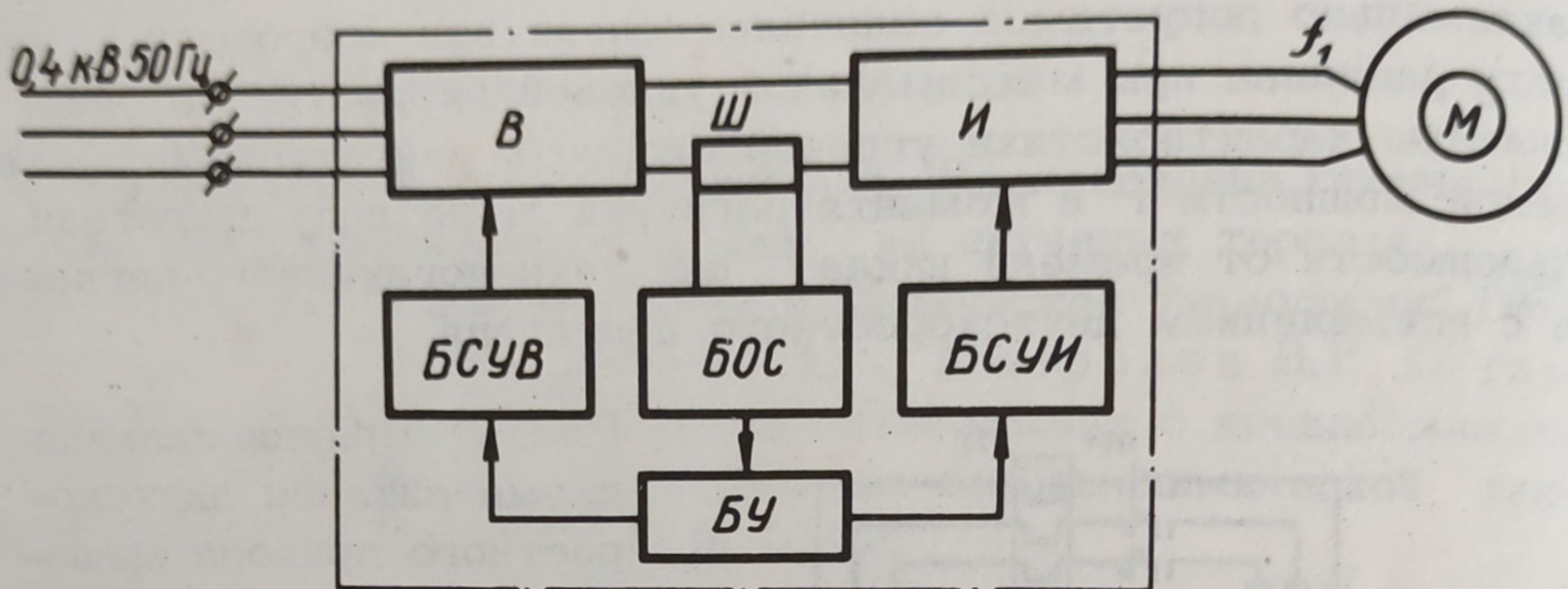


Рис. 3. Блок-схема системы автоматического регулирования:

В -- выпрямитель; И -- инвертор; Ш -- шунт; БСУВ, БСУИ -- блоки системы управления выпрямителем и инвертором; БУ -- блок управления, БОС -- блок обратной связи.

При выборе способа регулирования частоты вращения двигателя мешалки поликонденсации учитывались следующие основные особенности работы электропривода, определяемые технологическим процессом поликонденсации: химически активная и взрывоопасная среда; непрерывный режим работы электропривода; необходимость обеспечения длительной работы практически на любой скоростной характеристике в диапазоне 4:1; точность регулирования по закону мощность -- частота вращения $\pm 10\%$.

Анализ возможных промышленных вариантов регулирования частоты вращения электропривода мешалки поликонденсатора позволил выбрать и применить способ с использованием в качестве силового регулятора частоты и напряжения серийный преобразователь ТПЧ-40 для питания взрывозащищенного двигателя серии ВАО.

Указанный способ обеспечивает получение наилучших энергетических характеристик электропривода во всем диапазоне частот вращения электродвигателя. При этом также положительно решаются вопросы, учитывающие условия работы привода во взрывоопасной и химически активной среде.

Следующим важным обстоятельством явилось обеспечение регулирования частоты вращения электропривода в диапазоне

4:1 при максимально-допустимой по нагреву мощности двигателя - ля.

Здесь следует иметь в виду две задачи: 1) оптимальности частотного регулирования асинхронного электродвигателя; 2) применения оптимального закона регулирования асинхронного двигателя к заданному технологическому регламенту.

При частотном управлении асинхронный электродвигатель работает в оптимальном режиме. Если напряжение U_1 на двигателе изменяется в зависимости от частоты f_1 и момента нагрузки M_1 по закону (1), то

$$\frac{U_1}{U_H} = \frac{f_1}{f_H} \sqrt{\frac{M_1}{M_H}}, \quad (1)$$

где U_H, f_H, M_H -- номинальные значения соответствующих параметров.

При условии

$$\gamma = \frac{U_1}{U_H}, \quad \alpha = \frac{f_1}{f_H}; \quad \mu = \frac{M_1}{M_H} \quad (2)$$

получаем $\gamma = \alpha \sqrt{\mu}$.

Анализ картограмм ряда технологических циклов, подобных изображенным на рис. 2, позволил с достаточной для анализа точностью определить зависимость момента M_1 на валу двигателя привода мешалки от времени равенством

$$M_1 = k \omega_1^2 t_1^2 + M_0, \quad (3)$$

где M_0 -- момент на валу двигателя в начале процесса при $\omega_1 = \omega_{\max}; t_1$ -- время процесса; $\omega_1 = \varphi(t)$ определена температурным режимом установки.

В относительных единицах равенство (3) запишется в виде

$$\mu_1 = \omega_1^2 t_1^2 + \mu_0. \quad (4)$$

Из анализа технологии процесса можно сделать вывод, что при прочих равных условиях (температура и давление в автоклаве заданы) окончание процесса поликонденсации определяется фактором количества перемешиваний A с заданным усилием, т. е. при моменте μ_1 на валу мешалки

$$A = \omega t. \quad (5)$$

В этом случае время процесса поликонденсации определится из (4) как

$$t = \frac{\mu_1 - \mu_0}{A} . \quad (6)$$

Таким образом, при постоянстве μ_1 время процесса определяется только величиной количества перемешиваний A и обратно пропорционально ей.

С целью обеспечения номинального режима работы двигателя при регулировании скорости исходим из условия, что момент нагрузки во всех случаях не должен быть выше номинального значения, т.е. $\mu_1 \leq 1$. При условии $\mu_1 = 1$ оптимальный закон регулирования (2) определится равенством

$$\gamma = \alpha . \quad (7)$$

Указанный закон регулирования достаточно точно обеспечивается системой автоматического регулирования с обратной связью по току нагрузки (см. рис. 3). Измеритель тока установлен на выходе выпрямителя ТПЧ-40.

Испытания разработанной системы, проведенные на промышленном автоклаве Могилевского комбината синтетического волокна, показали, что интенсификация режима перемешивания с частотным регулированием скорости двигателя привода мешалки по предлагаемому закону обеспечивает сокращение цикла поликонденсации и увеличивает производительность автоклава на 8—10%.

Л и т е р а т у р а

1. Булгаков А.А. Частотное управление асинхронными электродвигателями. М., 1955.