

Циклограммы включения и торможения станков с электроприводами

CSD-DH.

Данный документ разработан на основании типовых принципиальных схем CSD.001.ЭЗ.

I. Включение станка и ЭП

- 1) В станцию управления, на клеммную колодку X1, подается силовое напряжение 380В. Включение вводного автоматического выключателя 01-Q1. Подача силового питания на источники ~220В и =24В. Включение ЧПУ и запуск программы PLC. Приходящий сигнал ASPEPN из ЧПУ в PLC, информирует о готовности ЧПУ к включению реле SPEPN. PLC формирует сигнал готовности (PLCout1.1) и сигнал SPEPNREQ, который замыкает реле SPEPN.
- 2) Подается питание на реле 01-K1 («Аварийного отключения»), (сигнал с контактов реле 01-K1 поступает на вход PLCin1.1 программы PLC и участвует в программе PLC). Для срабатывания реле необходимо:
 - a. Отсутствие аварийного ограничения по осям X,Y,Z (замкнуты НЗК «X», «Y», «Z»).
 - b. Не нажаты аварийные кнопки.
 - c. Замкнутые контакты реле SPEPN (См. п.1).
- 3) Подается питание на реле 02-K1 («Готовность ЭП»), (сигнал с контактов реле 02-K1 поступает на вход PLCin2.1). Для срабатывания реле необходимо:
 - a. Получение сигнала «Шунтирование готовности»(PLCout2.1 замкнут) от PLC.
- 4) Подается питание на вспомогательное реле 01-K2, через замкнутые контакты реле 01-K1 и 02-K1. Для срабатывания реле дополнительно необходимо:
 - a. Получение сигнала готовности PLC (PLCout1.1) (См. п.1).



Аварийная цепь собрана. Станок готов к включению!

- 5) Замыкается переключатель с ключом 01-S2 («Включение станка»).
- 6) Подается питание на реле 01-K3, через замкнутые контакты реле 01-K2 и переключателя с ключом 01-S2 (сигнал с контактов реле 01-K3 поступает на вход PLCin1.2).
- 7) PLC формирует сигнал MUSPE и отправляет в ЧПУ, запрашивая постановку осей на обслуживание ЧПУ. Приходящий сигнал CONP из ЧПУ в PLC, подтверждает начало обслуживания осей.
- 8) Подается питание на реле времени 01-K4, через замкнутые контакты реле 01-K3.
- 9) Подается питание на вспомогательный контактор 02-K2, через замкнутые контакты реле 01-K4 и 01-K2. Для срабатывания вспомогательного контактора необходимо:
 - a. Получение сигнала «Включение силового питания» от PLC (PLCout2.2 замкнут).
- 10) Подается питание на силовой контактор 02-K3 и на контакторы динамического торможения 02-K4(Ось X), 02-K5(Ось Y) и 02-K6 (ось Z), через замкнутые контакты контактора 02-K2 и реле 02-K1. (Подтверждения включения контакторов 02-K3, 02-K4, 02-K5 и 02-K6 поступают на входы PLCin2.2, PLCin2.3, PLCin2.4 и PLCin2.5).



Дублирование контактов контакторов 02-K1 и 02-K2, необходимо для обеспечения надежной работы схемы.

- 11) Подается питание на электронику ЭП, через замкнутые контакты силового контактора 02-K3. Самодиагностика ЭП. Начался процесс заряда звена постоянного напряжения.

- 12) Звено постоянного напряжения заряжено. Появляется готовность приводов.(«X», «Y», «Z»).
- 13) Снимается сигнал «Шунтирование готовности»(PLCout2.1 разомкнут).
- 14) Подается сигнал «Разрешение работы» ЭП (PLCout11.1 замкнут) от PLC на вход ЭП (Enable), через замкнутые вспомогательные контакты контактора 02-K4 .
- 15) Поступающий сигнал «RAB1» из PLC в ЧПУ, включает следящий режим в ЧПУ.



Вспомогательные контакты контактора динамического торможения 02-K4 в цепи «Разрешение работы» ЭП необходим для исключения работы инвертора ЭП (ШИМ) при накоротко замкнутых обмотках статора.

Станок готов к работе!

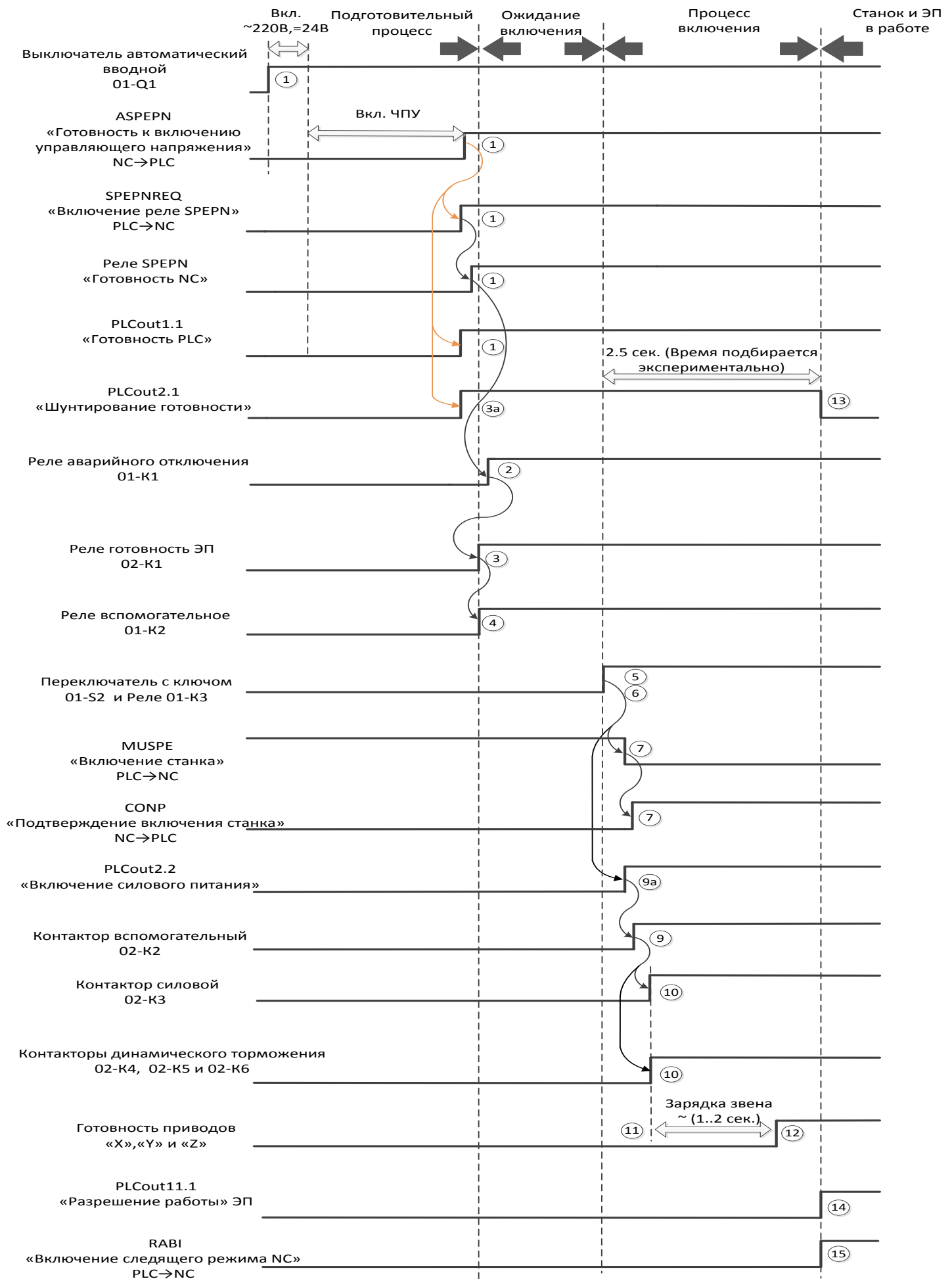


Рисунок 1. Циклограмма включения станка и ЭП.

II. Обычное или рабочее торможение ЭП

Управление торможением происходит от ЧПУ. Например, замедление по “S” образному закону, который активизируется в PLC при установке сигналов U10N2=1 и U10N3=0.

Вид “S” образного закона определяют 1-й и 2-й параметр в инструкции ACC в 1 секции файла характеристики осей AXCFIL.

Разрешение с электроприводов не снимается. Станок не выключается.

III. Выключение станка и ЭП (при n=0)

Оси находятся в неподвижном состоянии. Снимается разрешение работы с электроприводов, и они выключаются.

- 1) Размыкается переключатель с ключом 01-S2 («Выключение станка»).
- 2) Выключается реле 01-K3, пропадает сигнал PLCin1.2.
- 3) Снимается питание с реле времени 01-K4. Через 0.8 секунды (для привода подачи) или через 5 секунд (для привода шпинделя) размыкаются контакты реле 01-K4.

В файле AXCFIL в инструкции GMnn для каждой оси в 4 параметре необходимо задать значение «порога нулевой скорости», а в 5 параметре записать «сигнал контроля скорости 0» для свободного сигнала PLC пакета K или N.

Например, если для оси X в инструкции GM0=,,,10,U54K0, то сигнал U54K0=1, при скорости оси меньше 10 мм/мин.



- 4) PLC анализирует «сигнал контроля скорости 0» для всех осей. Так как все оси неподвижны по условию (n=0), то:
 - a. PLC формирует сигнал MUSPE и отправляет в ЧПУ, запрашивая снятие осей с обслуживания ЧПУ. Приходящий сигнал «CONP» из ЧПУ в PLC, подтверждает снятие осей с обслуживания.
 - b. Снимается сигнал «Разрешение работы» (PLCout11.1 разомкнут). Снимается питание с входа (Enable) ЭП.
 - c. Снимается сигнал «RAB1», идущий из PLC в ЧПУ. Выключается следящий режим.
 - d. Снимается сигнала «Включение силового питания» (PLCout2.2 разомкнут). Снимается напряжение с контактора 02-K2.
- 5) Выключается вспомогательный контактор 02-K2.
- 6) Выключается силовой контактор 02-K3 и контакторы динамического торможения 02-K4(Ось X), 02-K5(Ось Y) и 02-K6 (ось Z), через разомкнутые контакты контактора 02-K2.
- 7) Снимается силовое питание с приводов, и накладывается динамическое торможение на ЭД.

Станок и ЭП выключены.

Сигнал «Шунтирование готовности»(PLCout2.1 замкнут) от PLC подается через 5 секунды после выключения ЭП. Это делает невозможным включение ЭП сразу после его выключения.



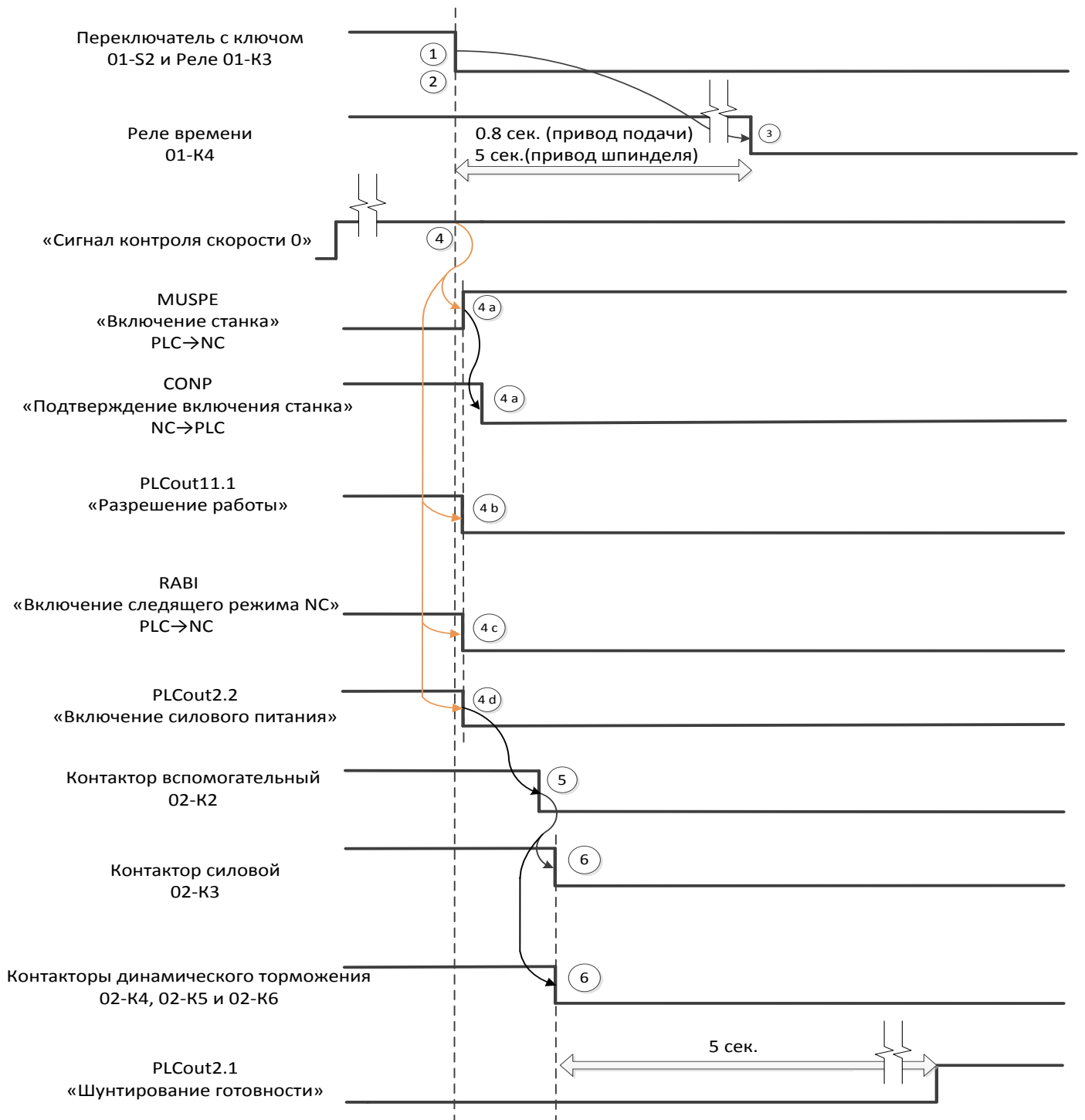


Рисунок 2. Циклограмма выключения станка и ЭП (при n=0).

IV. Выключение станка и ЭП (при $n \neq 0$).

Оси находятся в движении. Управление торможением происходит от ЧПУ. Например, замедление по "S" образному закону. После завершения торможения снимается разрешение работы с электроприводов, и они выключаются.

- 1) Размыкается переключатель с ключом 01-S2 («Выключение станка»).
- 2) Выключается реле 01-K3, пропадает сигнал PLCin1.2.
- 3) Снимается питание с реле времени 01-K4. Через 0.8 секунды (для привода подачи) или через 5 секунд (для привода шпинделя) размыкаются контакты реле 01-K4.



Реле времени 01-K4 –дополнительная защита. Если ЧПУ или ЭП не успевает затормозить ось за определенное время, то реле обеспечивает режим динамического торможения осей без участия ЧПУ и ЭП.

- 4) PLC анализирует «сигнал контроля скорости 0» для всех осей. Так как оси находятся в движении ($n \neq 0$), то PLC формирует сигнал FOLD и отправляет в ЧПУ, запрашивая остановку осей.
- 5) Замедление осей по "S" образному закону, управляемое от ЧПУ.
- 6) PLC анализирует «сигнал контроля скорости 0» для всех осей. Так как все оси неподвижны ($n=0$), то:
 - a. PLC формирует сигнал MUSPE и отправляет в ЧПУ, запрашивая снятие осей с обслуживания ЧПУ. Приходящий сигнал «CONP» из ЧПУ в PLC, подтверждает снятие осей с обслуживания.
 - b. Снимается сигнал «Разрешение работы» (PLCout11.1 разомкнут). Снимается питание с входа ЭП (Enable).
 - c. Снимается сигнал «RAB1», идущий из PLC в ЧПУ. Выключается следящий режим.
 - d. Снимается сигнала «Включение силового питания» (PLCout2.2 разомкнут). Снимается напряжение с контактора 02-K2.
- 7) Выключается вспомогательный контактор 02-K2.
- 8) Выключается силовой контактор 02-K3 и контакторы динамического торможения 02-K4(Ось X), 02-K5(Ось Y) и 02-K6 (ось Z), через разомкнутые контакты контактора 02-K2.
- 9) Снимается силовое питание с приводов, и накладывается динамическое торможение на ЭД.

Станок и ЭП выключены.



Сигнал «Шунтирование готовности»(PLCout2.1 замкнут) от PLC подается через 5 секунды после выключения ЭП. Это делает невозможным включение ЭП сразу после его выключения.

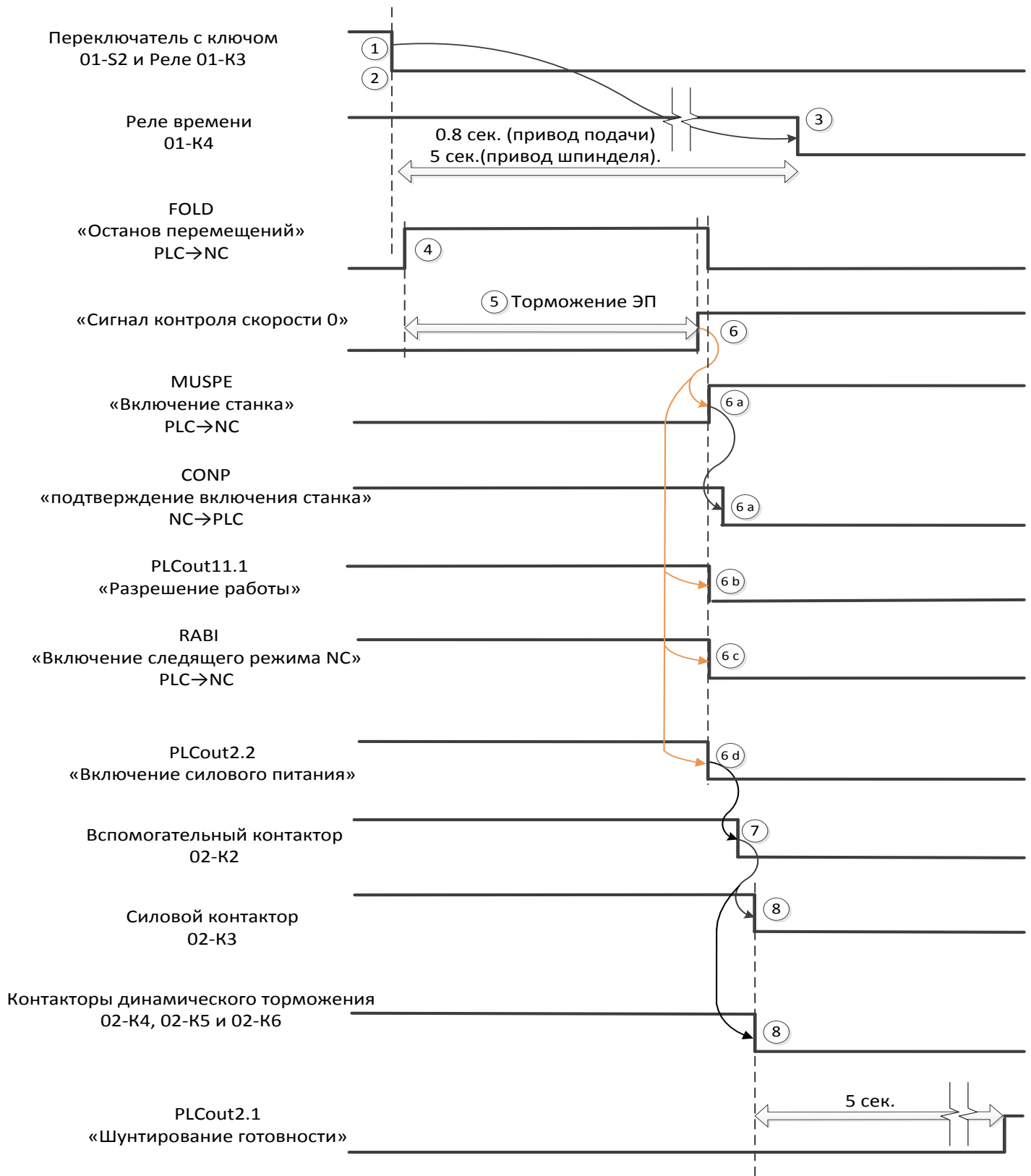


Рисунок 3. Циклограмма выключения станка и ЭП (при $n \neq 0$).

V. Управляемое аварийное выключение станка и ЭП.

Управление торможением происходит от электропривода, а не от ЧПУ. Замедление по линейному закону. После завершения торможения снимается разрешение работы с электроприводов, и они выключаются.

- 1) Выключается реле 01-K1 («Аварийное отключение»), пропадает сигнал PLCin1.1.
- 2) Выключается реле 01-K3 («Включение Станка»), через разомкнутые контакты реле 01-K1.
- 3) Снимается питание с реле времени 01-K4 через разомкнутые контакты реле 01-K3. Через 0.8 секунды (для привода подачи) или через 5 секунд (для привода шпинделя) размыкаются контакты реле 01-K4.
- 4) Подается питание на вход IN1 ЭП, через НЗК реле 01-K1.



В настройках привода необходимо в параметр r72 поставить значение «11» («Аварийный сигнал»)!

- 5) PLC формирует сигнал FOLD и отправляет в ЧПУ, запрашивая остановку осей.
- 6) Аварийное торможение ЭД, управляемое от ЭП. Интенсивность торможения определяет параметр r412 ЭП.



Обычно аварийное торможение происходит быстрее, чем торможение от ЧПУ (п. IV), т.е. с меньшим перебегом по оси.

- 7) PLC анализирует «сигнал контроля скорости 0» для всех осей. Так как все оси неподвижны (n=0), то:
 - a. PLC формирует сигнал MUSPE и отправляет в ЧПУ, запрашивая снятие осей с обслуживания ЧПУ. Приходящий сигнал «CONP» из ЧПУ в PLC, подтверждает снятие осей с обслуживания.
 - b. Снимается сигнал «Разрешение работы» (PLCout11.1 разомкнут). Снимается питание с входа ЭП (Enable).
 - c. Снимается сигнал «RAB1», идущий из PLC в ЧПУ. Выключается следящий режим.
 - d. Снимается сигнала «Включение силового питания» (PLCout2.2 разомкнут). Снимается напряжение с контактора 02-K2.
- 8) Выключается вспомогательный контактор 02-K2.
- 9) Выключается силовой контактор 02-K3 и контакторы динамического торможения 02-K4 (Ось X), 02-K5 (Ось Y) и 02-K6 (ось Z), через разомкнутые контакты контактора 02-K2.
- 10) Снимается силовое питание с приводов, и накладывается динамическое торможение на ЭД.

Станок и ЭП выключены.

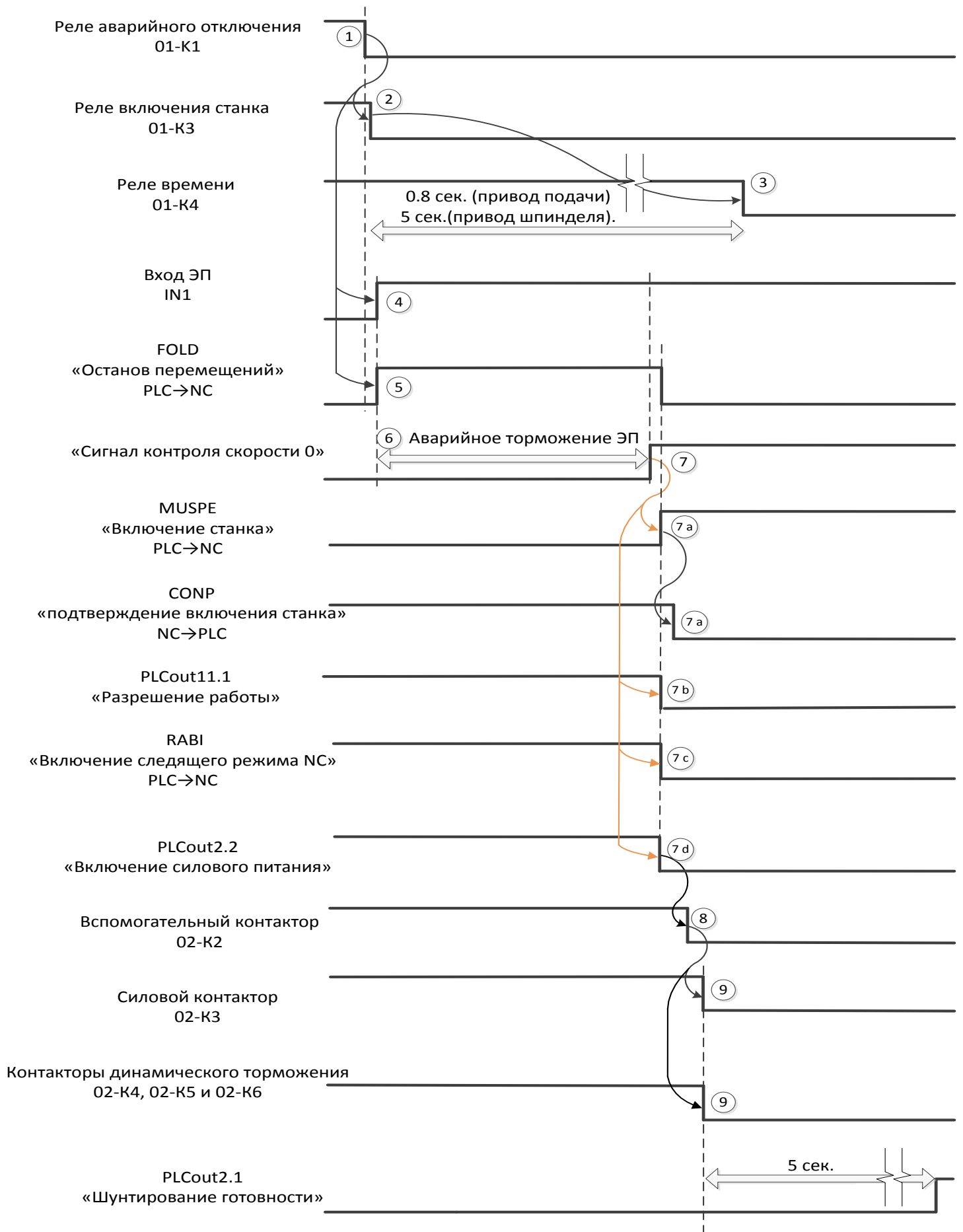


Рисунок 4.Циклограмма управляемого аварийного выключения станка и ЭП.

VI. Неуправляемое аварийное выключение станка и динамическое торможение ЭП.

Ни ЧПУ, ни электропривод, не управляют торможением. Накоротко замыкаются обмотки статора ЭД, и двигатель замедляется. Динамическое торможение происходит, например, при пропадании готовности ЭП.

- 1) Выключается реле 02-K1 («Готовность ЭП»), пропадает сигнал PLCin1.1.
- 2) Выключается реле 01-K3 («Включение станка»), через разомкнутый контакт реле 02-K1.
- 3) Выключается вспомогательный контактор 02-K2.
- 4) Выключается силовой контактор 02-K3 и контакторы динамического торможения 02-K4 (Ось X), 02-K5 (Ось Y) и 02-K6 (ось Z), через разомкнутые контакты контактора 02-K2.
- 5) Снимается питание с входа (Enable) ЭП, через разомкнутый вспомогательный контакт контактора динамического торможения 02-K4.
- 6) Снимается силовое питание с приводов, и накладывается динамическое торможение на ЭД.

Станок и ЭП выключены.

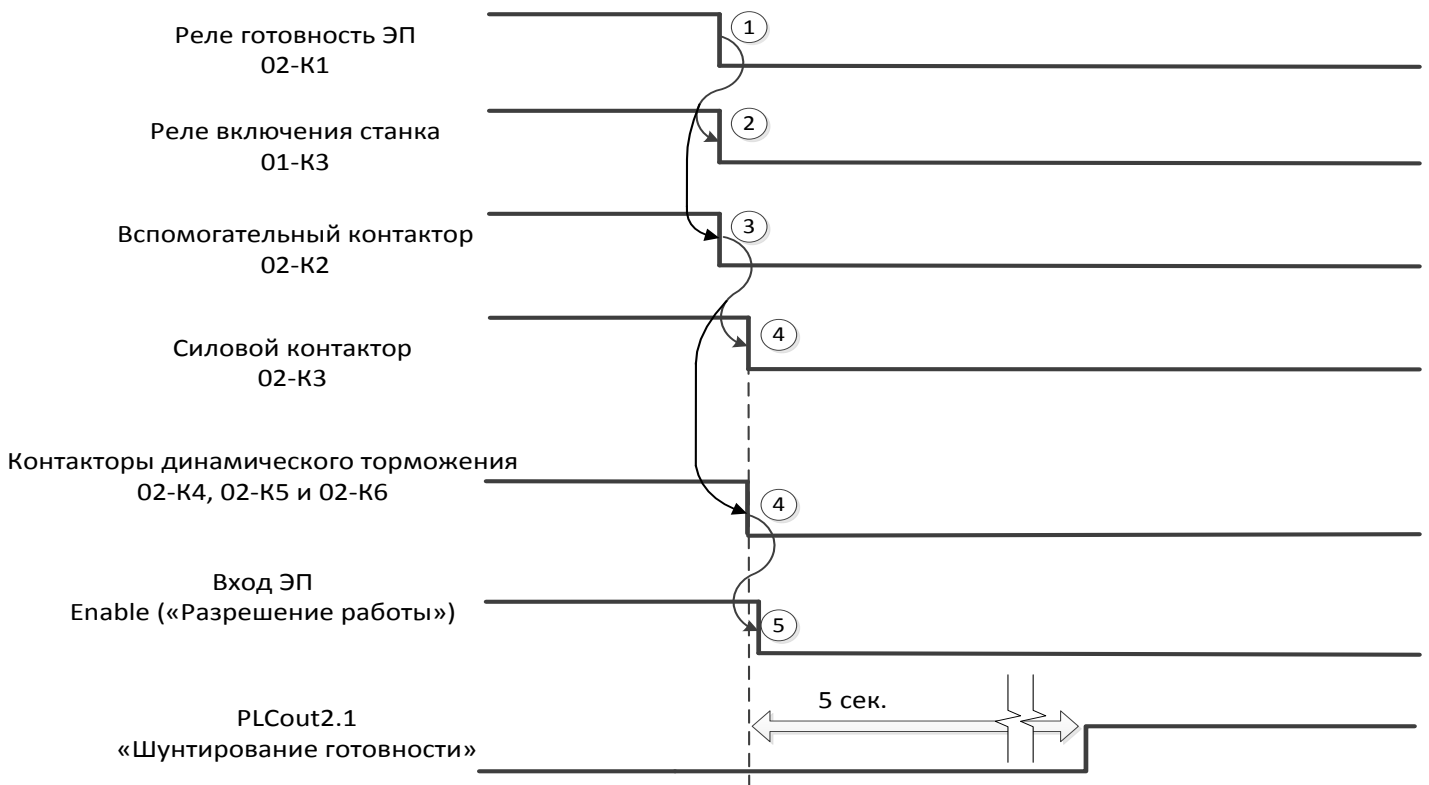


Рисунок 5. Циклограмма динамического торможения ЭП.

Примечания

- Время торможения (как пример):
 - Торможение управляемое от ЧПУ по «S-образному закону» --- не более 0.8 секунды.
 - Аварийное торможение управляемое от ЭП ---не более 0.4 секунды
 - Динамическое торможение ЭП ---не более 0.2 секунды
- Контакт 01-S1 предназначен для возможности съезда с аварийных ограничителей для возобновлении работы.
- Сигналы PLC предложенные в руководстве являются рекомендуемыми, и вы можете использовать другие наименования этих сигналов.
- В технике различают два типа аварийного торможения электроприводов:
 - ❖ управляемое, если электропривод не вышел из строя
 - ❖ неуправляемое, если электропривод вышел из строяВ первом случае сигнал аварийного торможения пришел извне, по отношению к приводу, во втором – это внутренняя ошибка привода, влекущая за собой серьезную (фатальную) неисправность. В обоих случаях в электросхеме станка должна быть реализована функция экстренного торможения.
- Чтобы различить рабочее и нерабочее состояние электропривода служит выходной сигнал "Готовность". Таким образом, пропадание этого сигнала сообщает о неисправности и далее станкостроитель должен оценить необходимость создания аварийной ситуации, но однозначно должен отключить силовое питание электропривода. В большинстве случаев это является общей аварийной ситуацией. Останавливать все или только неисправный узел должен решить производитель станка. Способ торможения тоже должен реализовать он.



Пункт 5.5.1 по ГОСТ 12.2.009-99 " Полное или частичное прекращение энергоснабжения и последующее его восстановление, а также повреждение цепи управления энергоснабжением не должны приводить к возникновению опасных ситуаций для работающего. В том числе должны быть исключены: - задержка автоматической или ручной остановки движущихся частей станка;" говорит о том, что функция аварийного торможения должна начаться немедленно, при этом электропривод считается рабочим. Время и перебеги при останове здесь не регламентируются.



Пункт 6.8.11 "Перемещение подвижных частей станков в крайних положениях должно быть ограничено устройствами, исключающими их перебеги за допустимые пределы." говорит о том, что перебег не должен приводить к поломке станка или представлять опасность для работающего.



Циклограммы включения и отключения электроприводов можно прочитать в ГОСТ 27803-91 п.3. Последовательность коммутационных операций.