

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

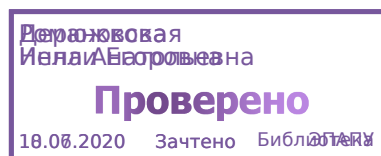
На правах рукописи

Бессонов Марк Александрович

Разработка и моделирование электропривода подъема монтажного
крана

Направление подготовки
13.04.02 – «Электроэнергетика и электротехника»

АВТОРЕФЕРАТ
МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ



**Работа выполнена в ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре
государственный университет»**

Научный руководитель

Кандидат технических наук,
доцент кафедры Мешков
Александр Сергеевич

Рецензент

Защита состоится «29» июня 2020 года в 10 часов 00 мин на заседании государственной экзаменационной комиссии по направлению подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» в Комсомольском-на-Амуре государственном университете по адресу: 681913, г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, 27, ауд. 104/3.

Автореферат разослан __ июня 2020 г.

Секретарь ГЭК

А.В. Бузикаева

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы

Существенное количество грузоподъемных машин имеет электропривод основных рабочих механизмов, поэтому работа таких машин качественно зависит от показателей используемого электропривода.

Электропривод большинства грузоподъемных машин характеризуется повторно – кратковременным режимом работы при большей частоте включения, широком диапазоне регулирования скорости и постоянно возникающих значительных перегрузках при разгоне и торможении механизмов.

В грузоподъемных машинах в основном применяют электрический привод, имеющий следующие преимущества: экономичность, низкие эксплуатационные затраты, высокий диапазон регулирования скорости, простота управления; высокая перегрузочная способность, надежность работы.

Наиболее оптимальным с точки зрения требования к приводу кранового оборудования является частотное управление. Разработаны различные методы частотного управления, которые позволяют решать задачи при регулировки скорости и изменения момента, среди которых два основных метода: векторный и скалярный.

Чаще применяются асинхронные электроприводы со скалярным управлением. Управление приводом механизмов, в которых требуется контролировать либо скорость вращения на определенном уровне (применяется датчик скорости), либо какой-то технологического параметра часто основано на данном принципе. Благодаря скалярному управлению удастся достичь постоянной перегрузочной способности асинхронного двигателя, независимо от частоты напряжения. Но при крайне низких частотах может произойти значительное снижение момента, развиваемого

двигателем. Максимальное значение диапазона регулирования, при котором возможно осуществление управления значением скорости вращения ротора электродвигателя, без потери момента сопротивления не превышает 1:10. Несмотря на все достоинства скалярное управление асинхронным двигателем имеет и существенные недостатки. Во-первых, если на валу отсутствует датчик скорости, то невозможно адекватно регулировать значения скорости вращения вала, т.к. она зависит от нагрузки на электропривод. Данный недостаток может быть устранен установкой датчика скорости, однако это не дает возможности регулирования значения момента на валу двигателя[2].

Применение методов векторного управления зависит от области применения электропривода. Если диапазон изменения значения скорости не превышает 1:100, а требования, предъявляемые к точности, колеблются в пределах $\pm 1,5\%$, то целесообразно применение бездатчиковой системы управления. Системы с обратной связью по скорости используются в случае изменения скорости в пределах 1: 10000 и больше, при довольно высоком уровне точности ($\pm 0,2\%$ при частоте вращения ниже 1 Гц), или же при необходимости позиционирования вала, или при регулировании момента на валу при низких частотах вращения.

Поэтому ставится задача синтеза и анализа системы автоматического регулирования скоростью подъема стрелы монтажного крана с различными принципами частотного управления, с целью их сравнения и выбору оптимального с позиции предъявляемых требований.

Цель работы

Цель данной работы – разработка электропривода механизма подъема стрелы монтажного крана.

Основные задачи:

- 1 Изучение устройства и конструкции механизма подъема стрелы.
- 2 Анализ приводов, используемых в механизме подъема стрелы.
- 3 Расчет и выбор основного электрооборудования для разрабатываемой системы.

4 Расчет и настройка систем автоматического регулирования (САР) с применением различных принципов управления.

5 Сравнительная оценка используемых САР.

Методика выполнения работы

При выполнении работы были использованы методы имитационного и математического моделирования, а также используются методы настройки САР.

К защите представляется следующие основные положения:

1 Результаты расчета и моделирования системы автоматического регулирования скорости подъема стрелы

2 Сравнительный анализ САР на базе различных принципов частотного управления

Практическая значимость

Результаты данной работы будут полезны при расчете и настройке систем автоматического регулирования электропривода крановых установок.

Научная новизна

Выполнена сравнительная оценка систем автоматического регулирования скорости подъема стрелы, базирующихся на различных принципах частотного управления: скалярного, векторного и частотно-токового.

Публикации

Основное содержание диссертационной работы опубликовано в материалах двух научно-технических конференций.

Апробация результатов

Результаты работы публиковались в материалах II Всероссийской национальной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (Комсомольск-на-Амуре, апрель 2019 г.) и III Всероссийской национальной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (Комсомольск-на-Амуре, май 2020 г.).

Структура и объем работы

Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения и списка литературы (19 наименования). Материал изложен на 74 страницах, содержит 46 рисунков.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы работы, сформулированы общая цель и задачи.

В первой главе выполняется изучение устройства и конструкции механизма подъема стрелы, а также выполняется анализ приводов, используемых в данных механизмах.

Во второй главе выполняется расчет и выбор основного силового электрооборудования для разрабатываемой системы.

В третьей главе выполняется разработка системы автоматического регулирования скоростью подъема стрелы, синтезируются основные регуляторы, рассматриваются графики переходных процессов

В четвертой главе выполняется сравнительный анализ САР на основе различных принципов частотного регулирования, в результате делается заключение об оптимальном принципе управления с позиции предъявляемых требований.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

1 Анализ технологической операции подъема грузов, а также приводов, применяемых для её выполнения, показал преимущество использования асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором в качестве привода. Для управления данным электроприводом, задействованным в системе подъема грузов, оптимальным является

применение частотного регулирования для управления скоростью вращения ротора двигателя.

2 Рассчитано и выбрано необходимое оборудование: электродвигатель и силовая часть системы ПЧ-АД.

3 Были рассмотрены системы автоматического управления на основе различных методов частотного управления: частотно-токового, скалярного и векторного. Основное преимущество скалярного управления в простоте реализации таких систем управления. Также такие САР обеспечивают достаточный диапазон регулирования, перегрузочную способность. Однако в ряду недостатков такого принципа управления: не возможность регулирования момента на валу двигателя. САР с векторным управлением обладает высоким уровнем точности, быстрым реагированием на нагрузку, высоким КПД. Несмотря на очевидные преимущества, метод векторного управления имеет и определенные недостатки – большая сложность вычислений, для работы необходимо знание параметров двигателя и механизма. Системы с частотно-токовым управлением также имеют хорошие динамические показатели, а также схемотехника таких систем довольно проста. Однако, такой способ регулирования тока не лишен недостатков, связанных с тем, что три контура регулирования тока работают независимо друг от друга, в то время как процесс коммутации в каждом плече инвертора оказывает влияние на все три фазы.

4 Было выполнено сравнение различных методов частотного управления и, исходя из предъявляемых требований, САР со скалярным управлением является достаточной для управления электроприводом подъема стрелы монтажного крана. Независимо от выбранного метода управления, необходимо в таких системах использовать задатчик интенсивности, что позволит избежать перегрузок оборудования и нарушений технологического процесса.

ОСНОВНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1 Бессонов, М.А. Задатчик интенсивности как элемент системы управления электропривода / Дерюжкова Н.Е., Бессонов М.А., Тетерин В.В // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований: материалы II Всероссийской национальной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Комсомольск-на-Амуре, 08-12 апреля 2019г.: в 4 ч. / редкол.: Э. А. Дмитриева (отв. ред.) [и др.]. - Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2019. – Ч.1 - 524 с. – С. 452-454.