

MANA Maschinenbau Haldenwang GmbH & Co. KG. Мощной стенд ZW 500 / W 500

Точность вычисления крутящего момента

Отчет об испытании № 5893 F Немецкого Сельскохозяйственного Общества



Содержание теста

Исследование точности измерения мобильных мощных стендов марки Hetra W500, путем выявления отклонения в измерениях от стационарного стенда Немецкого Сельскохозяйственного Общества (НСХО). Другие критерии не проверялись.

Краткое описание

Мощные стенды с валом отбора мощности марки Hetra W 500 или Maha ZW 500 монтируются на прицепную тележку, что позволяет им быть мобильными в работе. Они служат не только для быстрой диагностики сельскохозяйственных машин через вал отбора мощности (ВОМ), но могут использоваться и для углубленной диагностики. Вал отбора мощности трактора присоединяется к мощностному стенду при помощи карданного вала без дополнительных устройств и дополнительной передачи. Стенд может предварительно устанавливаться на желаемый крутящий момент, частоту оборотов или задает определенную нагрузку, чтобы спроектировать кривую, характеризующую полную нагрузку или проанализировать конкретные параметры при определенных диапазонах нагрузок, чтобы выявить ошибки. На основании измерений

момента силы и количества оборотов определяется фактическая мощность двигателя трактора.

В качестве дополнительных измерительных устройств (опций) к стенду присоединяются внешние устройства (например, расходомер или дымомер). Данные обрабатываются на ноутбуке, есть возможность вывода результатов на печать.

Технические характеристики

Мощностной стенд с прицепом	
Размеры (Ш*В*Д)	2080*1515*3580 мм
Вес с прицепом	Около 1400 кг
Макс. Крутящий момент	6600 Нм
Испытательная скорость вращения	2500 мин ⁻¹
Система измерения	Электронная тензометрия
калибровка	Да
сеть	380В, 50/60Гц, 16А
Номинальный ток	15А
Предохранитель	16А, инерционный

Таблица 1:

Мощность * ZW 500/W500 (без привода)

Время нагрузки	Мощность при частоте вращения 1000 мин⁻¹
1 минута	500 кВт
3 минуты	450 кВт
6 минут	320 кВт
9 минут	280 кВт
12 минут	220 кВт

* зависит от влияния параметров окружающей среды

Краткий обзор результатов

Контролируемая характеристика	Результат измерения	Оценка
Точность измерения крутящего момента	В каждой проверяемом диапазоне частоты вращения максимальное отклонение 1% - очень хорошо	++
Время нагрузки свыше 30 минут (1200 Нм при 1000 1/мин)	максимальное отклонение 0,4% - очень хорошо	++

Шкала оценок ++ / + / 0 / - / - - (где 0 – стандарт)

Показания для ленты измерений НСХО

В качестве привода использовался стационарный мощностной стенд HD-600,серйный номер 143060-2007, с втулкой GIF5028/27.03.07

Втулка позволяет симулировать нагрузку крутящего момента в диапазоне от +/- 5500Нм и с оборотами от 0 до 4500 1/мин.

Таблица 2:

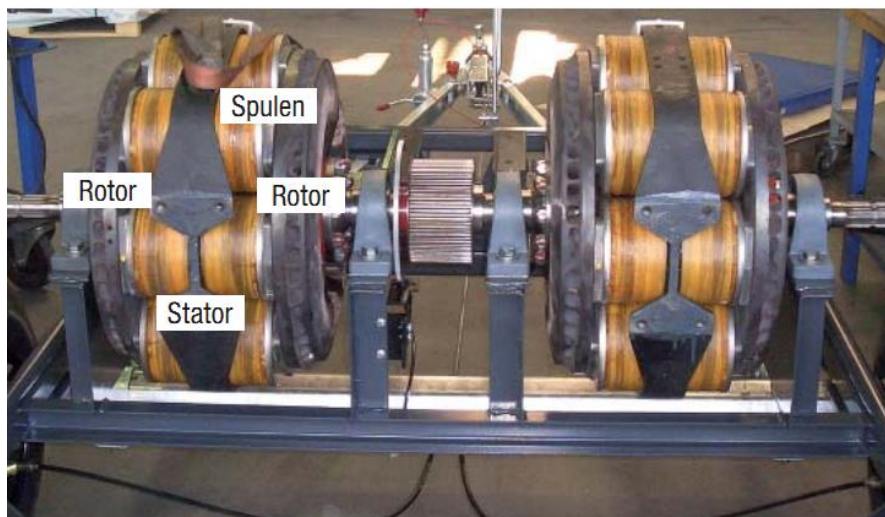
Показания для ленты измерений НСХО

	Максимальное отклонение при калибровке	Максимальное отклонение стандарта	Возможное отклонение при измерении	Максимальное отклонение при измерении
Крутящий момент	0,003%	0,05%	0,05%	0,053%

Устройство

мощного стэнда

Расположенные на валу расположены электродинамические тормоза (ЭДТ), состоящие из роторов приводящихся в движение карданным валом от ВОМ трактора. Между роторами находится статор с катушками. Как только в катушках с разными полюсами возникает электрическое напряжение, вокруг них создается магнитное поле, в котором вращаются роторы. Возникающие вихревые токи, противодействующие вращению, создают тормозящий момент. Статоры ЭДТ опираются на раму стэнда через тензобалки с наклеенными на них полностью термокомпенсированными тензомостами. В зависимости от создаваемой ЭДТ нагрузки тензобалки изгибаются, вследствие чего растягиваются или сжимаются тензорезисторы на балках, изменяется их поперечное сечение, меняется электрическое сопротивление. Изменения электрических сигналов пересчитываются и выводятся в качестве измеренных механических величин.



Мощной стэнд W 500 может использоваться для приводов с вращением по или против часовой стрелки.

Ход исследования

Мобильный мощный стэнд с ВОМ W 500 от Hetra был соединен карданным валом с испытательным стэндом Horiba Schenck HD 600 Немецкого Сельскохозяйственного общества. Этот стэнд представляет собой асинхронную машину, которая может работать и как тормоз, и как привод. Крутящий момент в диапазоне от 500 до 1200 об/мин подавался со стэнда HD 600, регулировка момента осуществлялась при помощи испытуемого стэнда W 500.



Таким образом, было произведено два испытания:

- 1) Точность определения момента силы в диапазоне числа оборотов тормоза от 500 до 1200 об/мин при пошаговом увеличении нагрузки от 600 Нм до максимально возможного 4000 Нм
- 2) Постоянство момента при 30 минутной продолжительной нагрузке для перепроверки точности измерений при возрастающей температурной нагрузке.

Результаты измерений

Постоянный крутящий момент при различных оборотах

Таблицы 3 и 4 показывают детальную расшифровку результатов исследования для ряда крутящих моментов при 500 об/мин и 1200 об/мин. Выбранный интервал частот вращения отображает наиболее распространенную область частоты карданного вала трактора при полной нагрузке 1000 об/мин.

График 3 показывает отклонения крутящего момента в процентах при всех измеренных частотах вращения, рассчитанных в отношении к измеренным величинам диапазона измерения НСХО (см. стр. 2).

График 4 показывает временную функцию при постоянном крутящем моменте в 1200 Нм и частоте вращения 1000 об/мин при длительности нагрузки в 30 мин. Это соответствует мощности 126 кВт.

Максимальное отклонение по временной функции составило 0,4% от исходной величины.

Таблица 3

Сравнение измеренного стендом момента при постоянном числе оборотов 500 1/мин

Крутящий момент hetra W500		Крутящий момент измери- тельной штулки	Кол-во оборотов	Мощ- ность	Отклоне- ние крутящего момента	Отклоне- ние крутящего момента в %	Откло- нение мощнос- ти
задано	измерено						
600 Нм	600,8 Нм	595,94 Нм	500 1/мин	31,2кВт	4,86 Нм	0,82 %	0,25 кВт
800 Нм	801,0 Нм	794,02 Нм	500 1/мин	41,6 кВт	6,98 Нм	0,88 %	0,37 кВт
1000 Нм	1001,4 Нм	991,93 Нм	500 1/мин	51,9 кВт	9,47 Нм	0,95 %	0,50 кВт
1200 Нм	1198,1 Нм	1187,34 Нм	500 1/мин	62,2 кВт	10,76 Нм	0,91 %	0,56 кВт
1400 Нм	1400,0 Нм	1388,17 Нм	500 1/мин	72,7 кВт	11,83 Нм	0,85 %	0,62 кВт
1600 Нм	1600,4 Нм	1585,81 Нм	500 1/мин	83,0 кВт	14,59 Нм	0,92 %	0,76 кВт
1800 Нм	1801,0 Нм	1784,96 Нм	500 1/мин	93,5 кВт	16,04 Нм	0,90 %	0,84 кВт
2000	2001,1 Нм	1984,13 Нм	500 1/мин	103,9кВт	16,97 Нм	0,86 %	0,89 кВт

Нм							
2200 Нм	2202,5 Нм	2182,59 Нм	500 1/мин	114,3кВт	19,91 Нм	0,91 %	1,04 кВт
2500 Нм	2501,1 Нм	2478,99 Нм	500 1/мин	129,8кВт	22,11 Нм	0,89 %	1,16 кВт
3000 Нм	3001,3 Нм	2974,31 Нм	500 1/мин	155,7кВт	26,99 Нм	0,91 %	1,41 кВт
3500 Нм	3501,0 Нм	3471,45 Нм	500 1/мин	181,8кВт	29,55 Нм	0,85 %	1,55 кВт

Таблица 4

Сравнение измеренного стеном момента при постоянном числе оборотов 1200 1/мин

Крутящий момент hetra W500		Крутящий момент измери- тельной штулки	Кол-во оборотов	Мощ- ность	Отклоне- ние крутящего момента	Отклоне- ние крутящего момента в %	Откло- нение мощ- ности
задано	измерено	измерено					
600Н м	600,3Нм	605,41 Нм	1200 1/мин	76,1 кВт	-5,11 Нм	-0,84 %	-0,64 кВт
800Н м	801,8Нм	803,43 Нм	1200 1/мин	101,0 кВт	-1,63 Нм	-0,20 %	-0,21 кВт
1000 Нм	1002,2 Нм	1001,62 Нм	1200 1/мин	125,9 кВт	0,58 Нм	0,06 %	0,07 кВт
1200 Нм	1198,9 Нм	1196,73 Нм	1200 1/мин	150,4 кВт	2,17 Нм	0,18 %	0,27 кВт
1400 Нм	1401,0 Нм	1396,84 Нм	1200 1/мин	175,5 кВт	4,16 Нм	0,30 %	0,52 кВт
1600 Нм	1601,0 Нм	1595,89 Нм	1200 1/мин	200,5 кВт	5,11 Нм	0,32 %	0,64 кВт
1800 Нм	1800,9 Нм	1794,77 Нм	1200 1/мин	225,5 кВт	6,13 Нм	0,34 %	0,77 кВт
2000 Нм	2000,3 Нм	1994,51 Нм	1200 1/мин	250,6 кВт	5,79 Нм	0,29 %	0,73 кВт
2200 Нм	2201,4 Нм	2193,72 Нм	1200 1/мин	275,7 кВт	7,68 Нм	0,35 %	0,97кВт
2500 Нм	2500,5 Нм	2490,64 Нм	1200 1/мин	313,0 кВт	9,86 Нм	0,40 %	1,24 кВт
3000 Нм	3000,2 Нм	2985,88 Нм	1200 1/мин	375,2 кВт	14,32 Нм	0,48 %	1,80 кВт
3500 Нм	3500,6 Нм	3483,70 Нм	1200 1/мин	437,7 кВт	16,90 Нм	0,49 %	2,12 кВт

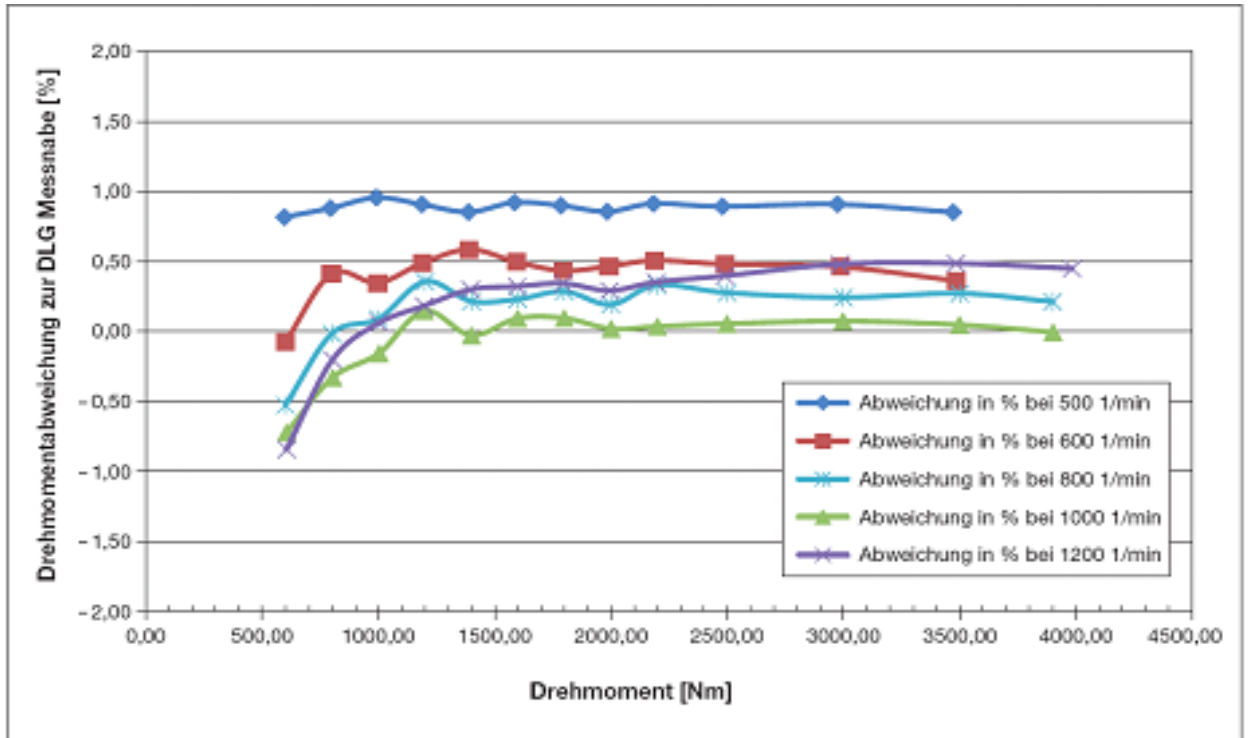


График 3: процентное отклонение крутящего момента в зависимости от числа оборотов тормоза и крутящего момента

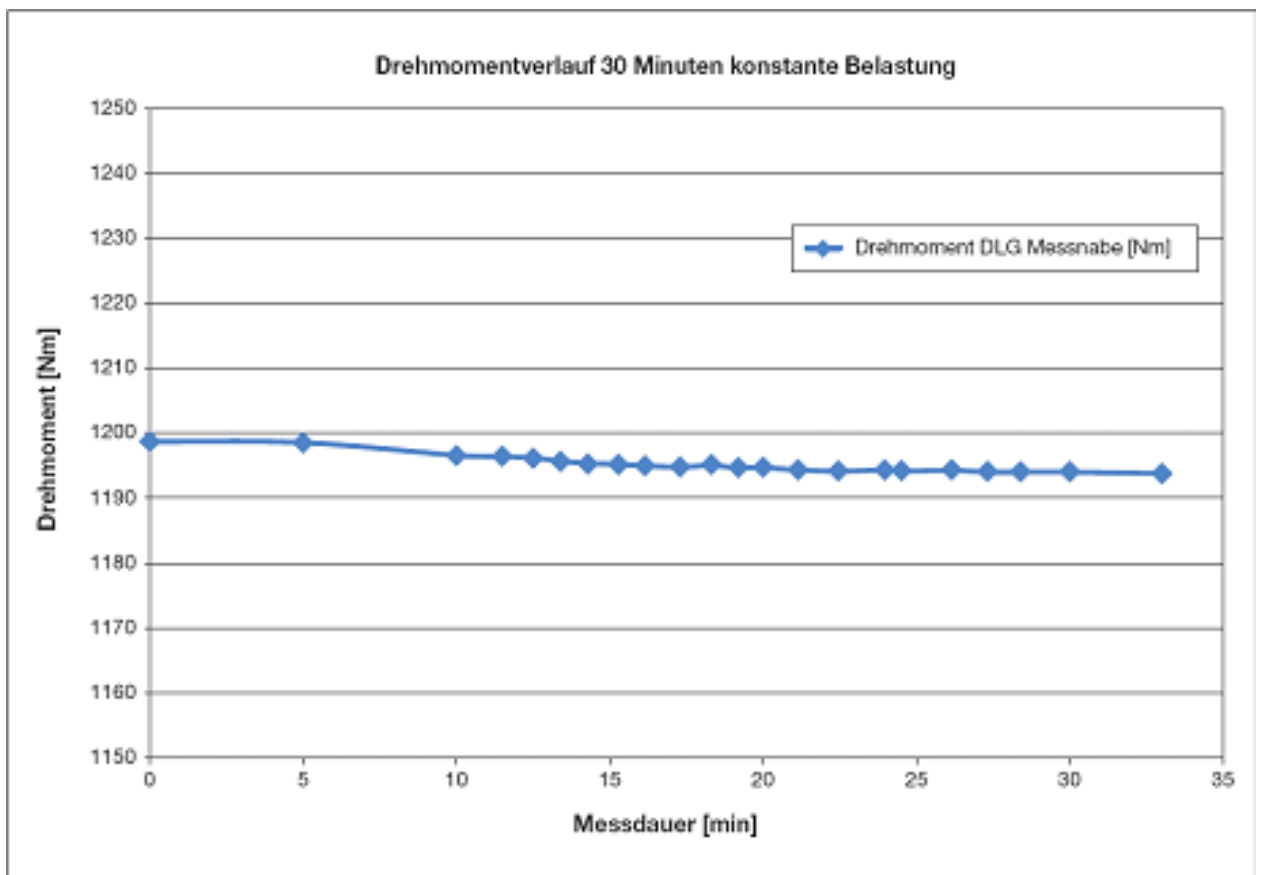


График 4: крутящий момент при долговременной нагрузке

Итог

Целью исследования была оценка точности измерения крутящего момента при различных оборотах и нагрузках. Диапазон оборотов от 500 до 1200 об/мин был установлен по образцу измерений кривой нагрузки трактора. Это соответствует диапазону оборотов от 1000 до 2400 1/мин при понижающем редукторе с коэффициентом 1/2. Данные фиксировались с частотой 100Гц, каждые 5 секунд.

В диапазоне оборотов от 500 до 1200 1/мин и крутящем моменте от 600 до макс. 4000 Нм максимальное отклонение измерения составило 1% и было оценено как «очень хорошо». При нагрузке свыше 30 минут и постоянном моменте в 1200 Нм и 1000 Нм отклонение измерения составило 0,4%.

Испытание

Место проведения испытания

DLG e.V. (НСХО),
Диагностический центр
техники и ресурсов
Max-Eyth-Weg 1
64823 Groß-Umstadt

Докладчик

Дипломированный инженер
Hans-Joachim Tauber

Октябрь 2009