

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ФЕРРОМАГНИТНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ С ОБЪЕКТАМИ

Ларин В.Ю.

Инженерная академия Украины, г. Киев

e-mail: LVU@iau.com.ua

Abstract. *Larin V.U. In the article made the estimation of influence of transmitter force elements on a sensitivity and linearness of output signal of ferromagnetic transformer on the basis of experimental researches which executed. Is offered construction of transmitter force elements, which provides its optimum introduction due to maximal the use of contact area of package of plates of sensitive element of transformer.*

Актуальность

Применяемые при измерении массы различных технологических объектов ферромагнитные первичные преобразователи (ФoМП) обладают, как известно, рядом преимуществ: высокий уровень выходного сигнала, широкий динамический диапазон, надежность конструкции и малая зависимость от влияния факторов внешней среды. Особую роль при встраивании ФoМП в технологическую цепь играет силовведение – способ сообщения измерительному преобразователю вектора силы от измеряемого объекта. Необходимость оптимального силовведения повлекла за собой создание конструктивного элемента, который является промежуточным звеном между приводным элементом и чувствительным элементом ФoМП – силовводящего элемента, или силоввода.

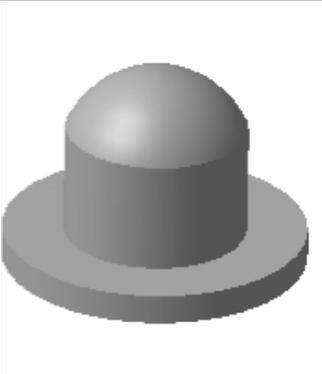
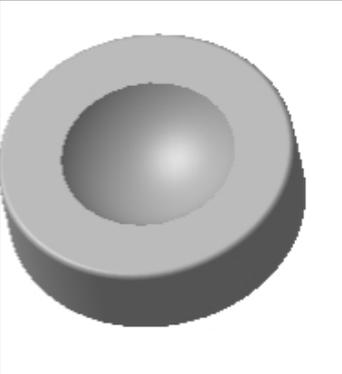
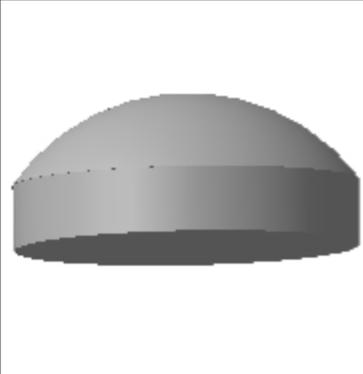
Основная задача исследования

Путем анализа выполненных экспериментальных исследований оценить влияние различных конструкций силовводящих элементов на выходные характеристики ФoМП.

Изложение основного материала

Как известно ФoМП по способу взаимодействия с объектом является первичным преобразователем контактного типа. Исследуемые конструкции силовводящих приводных элементов ФoМП, приведены в табл. 1.

Таблица 1. Основные типы исследуемых силовводящих элементов

			
1 – грибовидный (далее гриб)	2 – конусообразный: (далее конус)	3 – шайба 1: плоская, с углублением в контактной области	4 - шайба 2: сферическая, плоская в контактной области

Разнообразие силовводящих элементов вызвано спецификой условий взаимодействия с объектом. Рекомендуемое соотношение высоты силоввода по отношению к высоте чувствительного элемента равно 2/3 [1] не является обязательным. На основании длительных промышленных испытаний установлено, что определяющим фактором является не столько

высота, сколько повторяемость формы контактируемых деталей, что может быть обеспечено требованиями к обрабатываемым поверхностям. В зависимости от типа связи силовводящих элементов характеристика преобразования ФоМП может быть нелинейной и отличаться от номинальной. С целью установления оптимального силовведения выполнен анализ экспериментальных исследований. Эксперименты проводились со стабилизированным источником питания преобразователей на прессе, регулярно (один раз в год) подвергающейся метрологической аттестации. В результате проведенных экспериментов определено влияние конструкции и размеров силовводящих элементов на характеристику преобразования ФоМП. В отличие от известных решений установлено, что способ установки датчика с ФоМП должен обеспечивать жесткое неподвижное крепление в точке измерения. Это исключает все виды погрешностей, обусловленные реакциями объектов при изменяющихся во времени нагрузках. Были проведены испытания различных силовводящих элементов на одном ФоМП (№100). Поскольку манометр пресса отображает показания массы в градусах, приведем таблицу соответствия между градусами и массой, воздействующей на объект(табл.2). Результаты испытаний приведены в табл. 3.

Таблица 2. Таблица соответствия показаний манометра пресса массе, которая воздействует на испытываемый объект

Градусы	20	40	60	80	100	120	140
Масса, кг	4050	8050	12230	16350	18950	25100	

Таблица 3. Результаты исследований силовводящих элементов

Гриб (б/п)		Гриб 3 шайбы		Гриб 2 шайбы		Гриб 1 шайба		Гриб с подкладкой		гриб 4 шайбы	
Град.	Вольт	Град.	Вольт	Град.	Вольт	Град.	Вольт	Град.	Вольт	Град.	Вольт
20	5,75	20	5,75	20	5,75	20	5,3	20	5,75	20	4,75
40	7,9	40	7,85	40	7,85	40	7,35	40	7,8	40	7,5
60	10	60	9,6	60	9,35	60	9,05	60	9,2	60	9,4
80	11,15	80	10,95	80	10,8	80	10,25	80	10,5	80	10,45
100	12,25	100	11,95	100	11,75	100	11,43	100	11,25	100	11
120	12,85	120	12,65	120	12,55	120	12,2	120	12	120	11,7
140	13,3	140	13,1	140	13,05	140	12,6	140	12,5	140	12

Без подкладки из свинца		Шайба с выемкой		Конус на пакете "Б"		Конус с подкладкой		Конус без подкладки		Силоввод новый		Силоввод, с подкладкой	
Град.	Вольт	Град.	Вольт	Град.	Вольт	Град.	Вольт	Град.	Вольт	Град.	Вольт	Град.	Вольт
20	5,45	20	4,95	20	4,3	20	3,8	20	2,3	20	3,25	20	3,1
40	7,25	40	6,2	40	6,5	40	5,4	40	3,15	40	4,15	40	3,45
60	8,5	60	7,25	60	8,25	60	6,3	60	4,55	60	5	60	4,2
80	9,55	80	8,35	80	9,15	80	7,2	80	5,7	80	5,8	80	5,15
100	10,25	100	9,4	100	9,7	100	7,8	100	6,9	100	6,7	100	5,9
120	10,7	120	10,3	120	10,2	120	8,35	120	7,6	120	7,5	120	6,8
140	10,95	140	10,85	140	10,75	140	8,9	140	8,55	140	8,25	140	7,6

Все исследуемые силовводящие элементы имеют один недостаток – в силу своей конструкции они имеют округлую форму основания – той поверхности, которая контактирует с пакетом пластин чувствительного элемента ФоМП. Вследствие этого на поверхности пакета пластин чувствительного элемента образуются незадействованные зоны (рис.1). Таким образом, группы доменов, расположенные в толще незадействованных зон оказываются исключенными из процесса преобразования. Предложена конструкция

силовводящего элемента, которая позволяет ликвидировать незадействованные зоны и равномерно распределить силовведение по поверхности пакета пластин (рис.2).



Рисунок 1. - К пояснению способа неоптимального силовведения

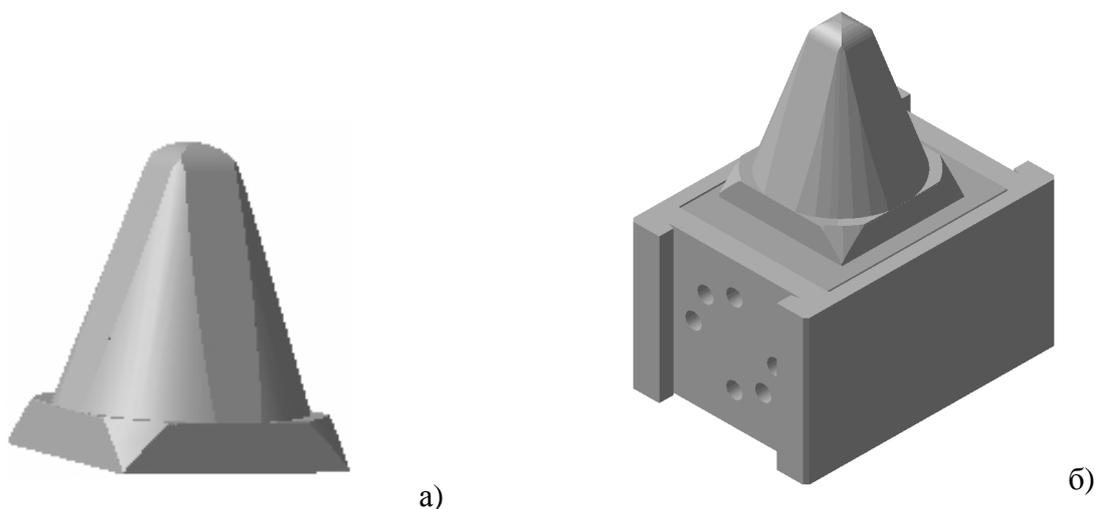


Рисунок 2. - Оптимальная конструкция силоввода (а) и его установка на ФоМП(б)

Расположение оптимальной конструкции силовводящего элемента на поверхности ФоМП показано на рис.3. Предложенная конструкция силовводящего элемента должна обеспечивать наибольший динамический диапазон выходного сигнала. Соотношение его высоты к ширине основания должно быть 2 : 1. Основание силовводящего элемента имеет точно такие же размеры, что и длина, и ширина собранного пакета, таким образом, покрывая всю поверхность ЧЭ и обеспечивая максимальное использование всей поверхности за счет устранения незадействованных зон. Вершина силоввода представляет собой скругленную поверхность, а не плоскость, благодаря чему обеспечивается точечное силовведение вектора силы от исследуемого объекта, которое распространяясь в толще силоввода на отдельные равномерные вектора через основание воздействующие на пакет пластин ЧЭ. На рис.4 представлены характеристики преобразования при использовании различных силовводящих элементов, включая характеристики с предложенной конструкцией оптимального силовведения (хар-ки 8,42 и 7,6)

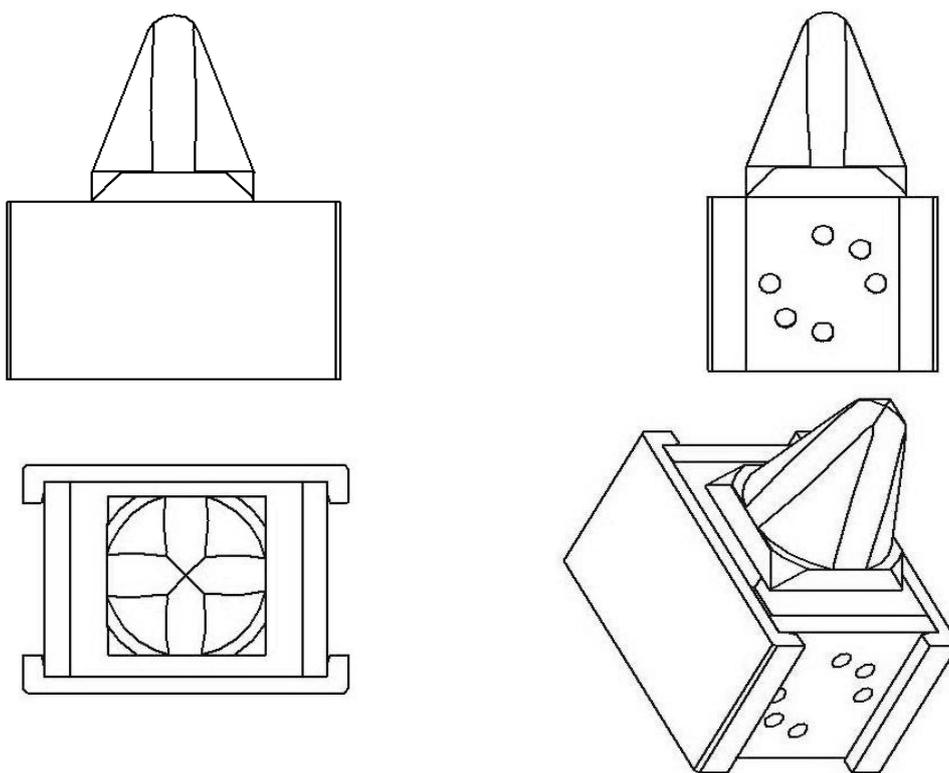


Рисунок 3. - Построение оптимальной конструкции ФоМП

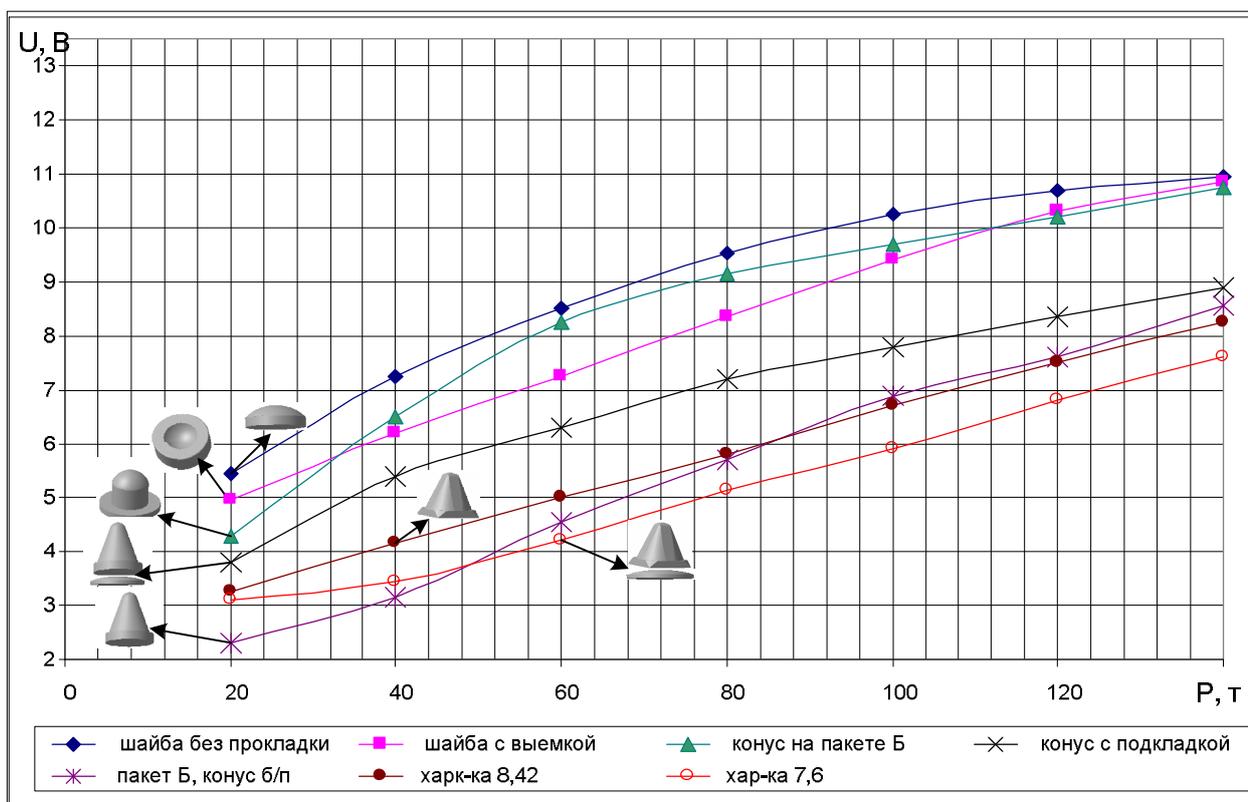


Рисунок 4. - Характеристики преобразования ФоМП $U=f(P)$ при различных силовых элементах

Характеристика 7,6 отличается от характеристики 8,42 тем, что в первом случае между основанием силоввода и пакетом пластин чувствительного элемента находилась свинцовая пластина, которая вследствие собственных упругих свойств оказывала определенное противодействие вектору силы и этим обусловила более пологий наклон характеристики преобразования 7,6 на участке от 20 до 40 град.

После преодоления упругости свинцовой пластины характеристика 7,6 приобрела такой же угол наклона к оси абсцисс что и характеристика 8,42.

Характеристика 8,42 обладает практически идеальной линейностью и в то же время максимальным динамическим диапазоном. Это доказывает оптимальность предложенной конструкции силовводящего элемента.

Сравнительные конструкции преобразователей представлены на рис. 5.

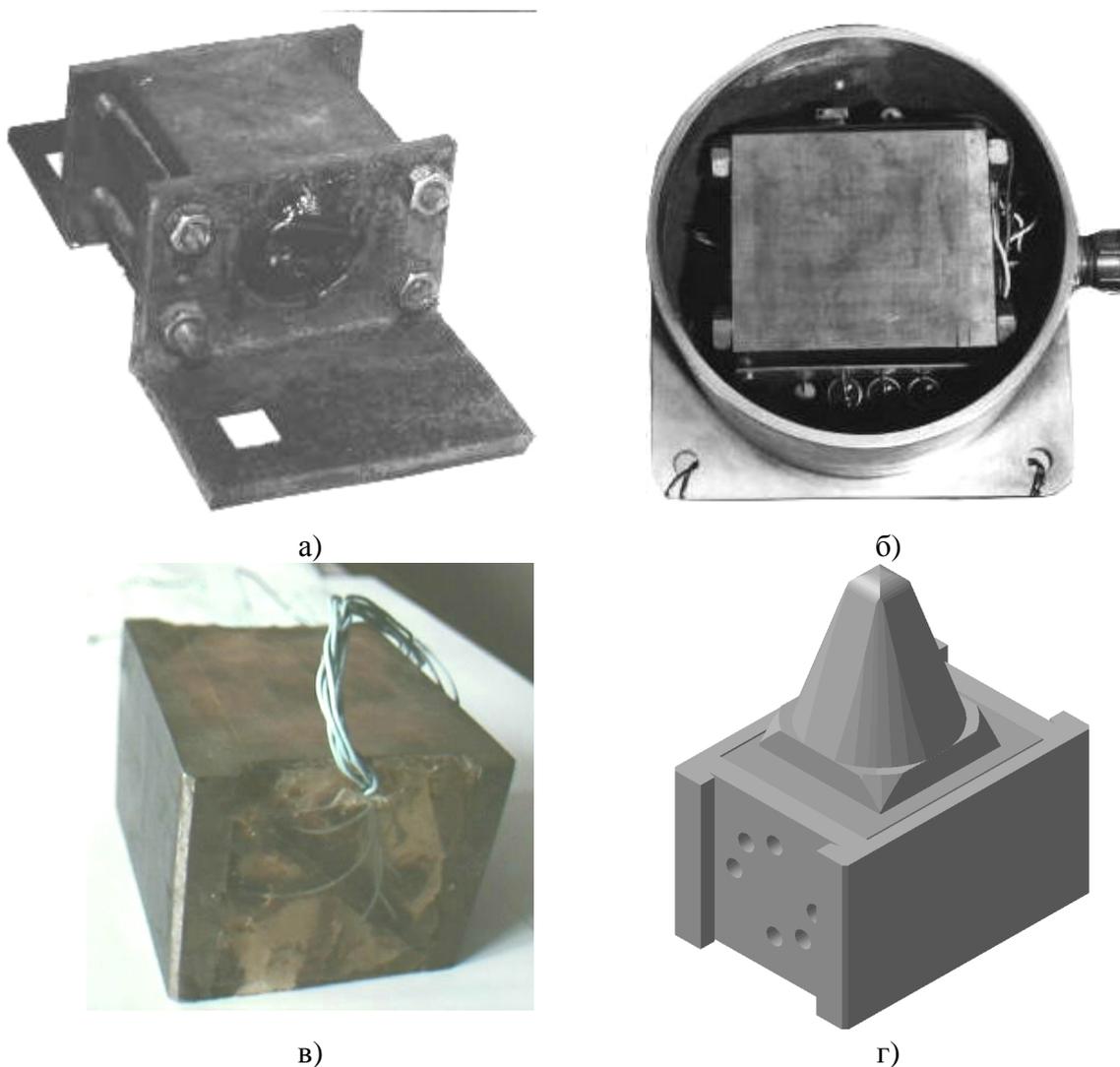


Рисунок 5. Сравнительные конструкции преобразователей:
 а - известный магнитоупругий преобразователь типа МУП [2];
 б - МУП в корпусе [3];
 в - новый магнитоупругий преобразователь типа ФоМП;
 г - ФоМП с силовводом, предложенной конструкции.

В новой конструкции ФоМП отсутствуют стягивающие болты, поскольку в боковые П-образные пластины устанавливаются предварительно стянутые одним усилием строго расчетное количество пластин, чем достигается унификация конструкции. На основании проведенных исследований были сделаны выводы о воздействии силовводящих элементов.

Выводы:

1. Исследование разнообразных способов силовведения обусловлено различными конструкциями контролируемых объектов, наиболее распространенные формы которых воплощены в варианты исследуемых.
2. Предложенная конструкция силовводящего элемента оптимальна с точки зрения линейности характеристики преобразования и динамического диапазона.
3. Результаты экспериментальных исследований позволяют установить степень нелинейности характеристики преобразования для случаев, если объект может взаимодействовать с ферромагнитным преобразователем одним из рассмотренных способов, для которых построены эти характеристики преобразования
4. Результаты исследований действительны для ферромагнитного первичного преобразователя, унифицированного по электромагнитным и конструктивным параметрам.
5. Если затруднена возможность требуемой чистоты обработки поверхности объекта, то целесообразно устанавливать свинцовые прокладки в местах стыковки чувствительного и силовводящего элементов. Без свинцовой прокладки из-за неполного контактирования упругих поверхностей выходной сигнал уменьшается на 17% и имеет нелинейность в начале шкалы за счет упругости промежуточного немагнитного мягкого материала.
6. При плоской отшлифованной поверхности соприкосновения объекта с чувствительным элементом силоввод может вообще отсутствовать – идеальный случай взаимодействия.
7. В пределах установленной нормы более высокий силовводящий элемент позволяет получить более высокий уровень выходного сигнала за счет более равномерного распределения усилий, сообщаемых чувствительному элементу от объекта.
8. При оптимальном способе взаимодействия не изменяется номинальная характеристика преобразования.
9. Выполненные исследования подтверждают важность учета способа взаимодействия объекта с ФоМП для объективной оценки выполняемых измерений.
10. При оптимальном силовведении и унифицированном выходном сигнале обеспечивается минимальное количество преобразовательных звеньев в измерительном канале или они могут вообще отсутствовать.

Литература

1. Гуманюк М.Н. Магнитоупругие датчики в автоматике. – К.: Техника, 1972. – 154 с.
2. Бауман Э. Измерение сил электрическими методами. Под ред. И.И. Смыслова. – М.: Мир, 1978. – 430 с
3. Чичикало Н.И. Структурно-алгоритмические методы построения ИИС напряженно-деформированных объектов. Донецк: ДонГТУ, 1996. –176 с.