



ИССЛЕДОВАНИЕ РЫЧАЖНОГО МЕХАНИЗМА АВТОМАТИКИ ДЛЯ РАСПАШНЫХ ВОРОТ

В статье приводятся результаты анализа рычажного механизма автоматики для распашных ворот. Сравниваются две монтажные схемы механизма: первая, предложенная производителем ворот, и вторая, наиболее часто применяемая схема монтажниками непосредственно на объектах. Сравнение проводилось для получения ответа на возможность применения монтажной схемы, отличной от заявленной производителем.

Рычажный механизм, автоматика ворот, кинематический расчет, динамический расчет, Winmachine.

Автоматика распашных ворот становится обязательным элементом конструкций ограждения охраняемого периметра, а также для входных групп производственных помещений [1]. В особо тяжелых условиях работает автоматика ворот на открытом воздухе под действием любых погодных условий, в первую очередь перепада температур, в том числе и отрицательных. Помимо естественных погодных условий, на работу автоматики влияют также условия монтажа и выбора конструктивных решений рычажного механизма. В данной статье приведены результаты анализа двух монтажных схем рычажного

механизма открывания ворот. Цифровизация подготовки производства дает хорошие результаты для своевременного учета изменений, вносимых в конструкцию или возникающих в процессе монтажа и эксплуатации [2].

Объект исследования представляет из себя рычажный четырехзвенный механизм, для анализа которого использовался программный комплекс АПМ WinMachine версии 20, компании АПМ НТЦ (г. Королев). В модуле Dynamics данного программного пакета были выполнены кинематический и динамический расчеты.

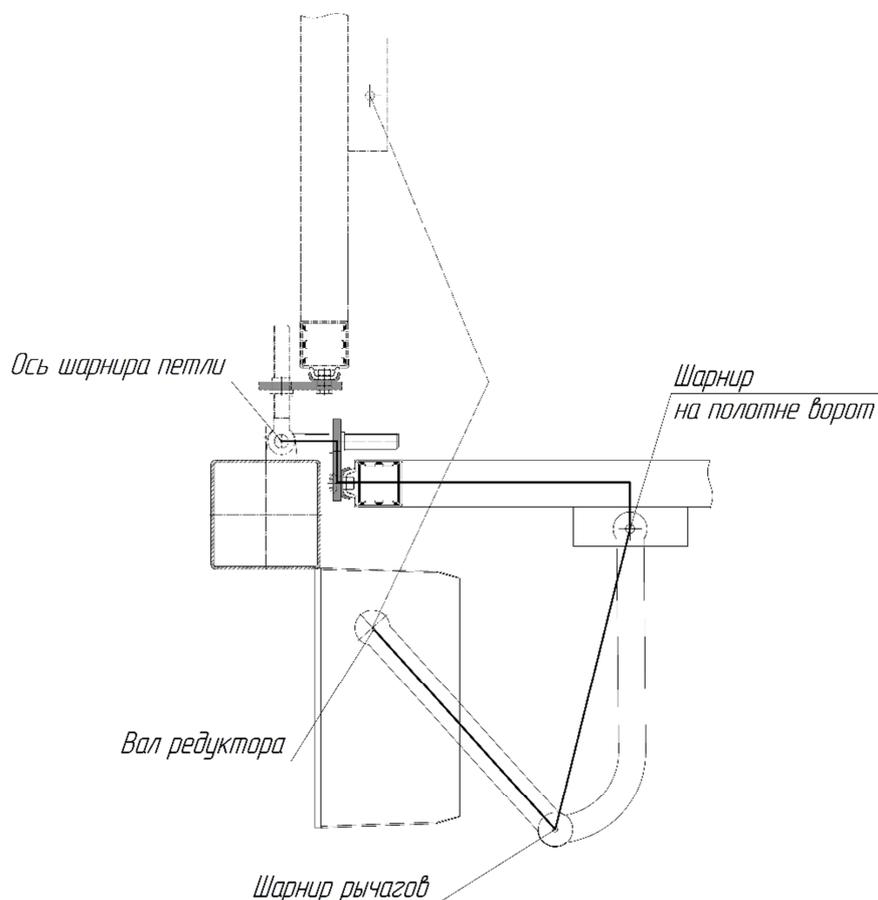


Рис. 1. Монтажная схема, рекомендованная производителем

Целью работы было провести исследование двух монтажных схем для определения влияния изменения положения мотор-редуктора, а также точки крепления рычажного механизма к створке ворот на эксплуатационные характеристики автоматики.

Исходные данные для расчета приведены ниже:

- привод – червячно-цилиндрический мотор-редуктор $M_{\max} = 320 \text{ Н}\cdot\text{м}$;
- масса поворотной детали (створка ворот) – 145 кг;
- угол открытия – 90° ;
- время открытия (0,5 полного цикла) – 18 с;
- момент трения в шарнире петли – $9,5 \text{ Н}\cdot\text{м}$.

Первая исследуемая схема монтажа, изображенная на рисунке 1, соответствует схеме, предлагаемой производителем автоматики распашных ворот, вторая схема, изображенная на рисунке 2, соответствует распространенной схеме монтажа, которую выбирают из-за удобства монтажа мотор-редуктора привода.

Различия в схемах монтажа приведены на рисунке 2.

В ходе кинематического расчета рычажного механизма были получены угловые скорости на выходном валу редуктора, а также угловая скорость открытия створки ворот.

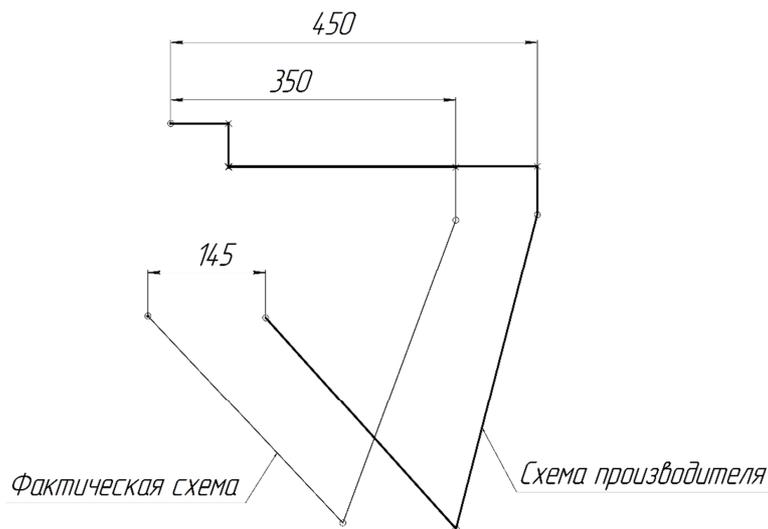


Рис. 2. Принципиальные отличия геометрических параметров монтажных схем

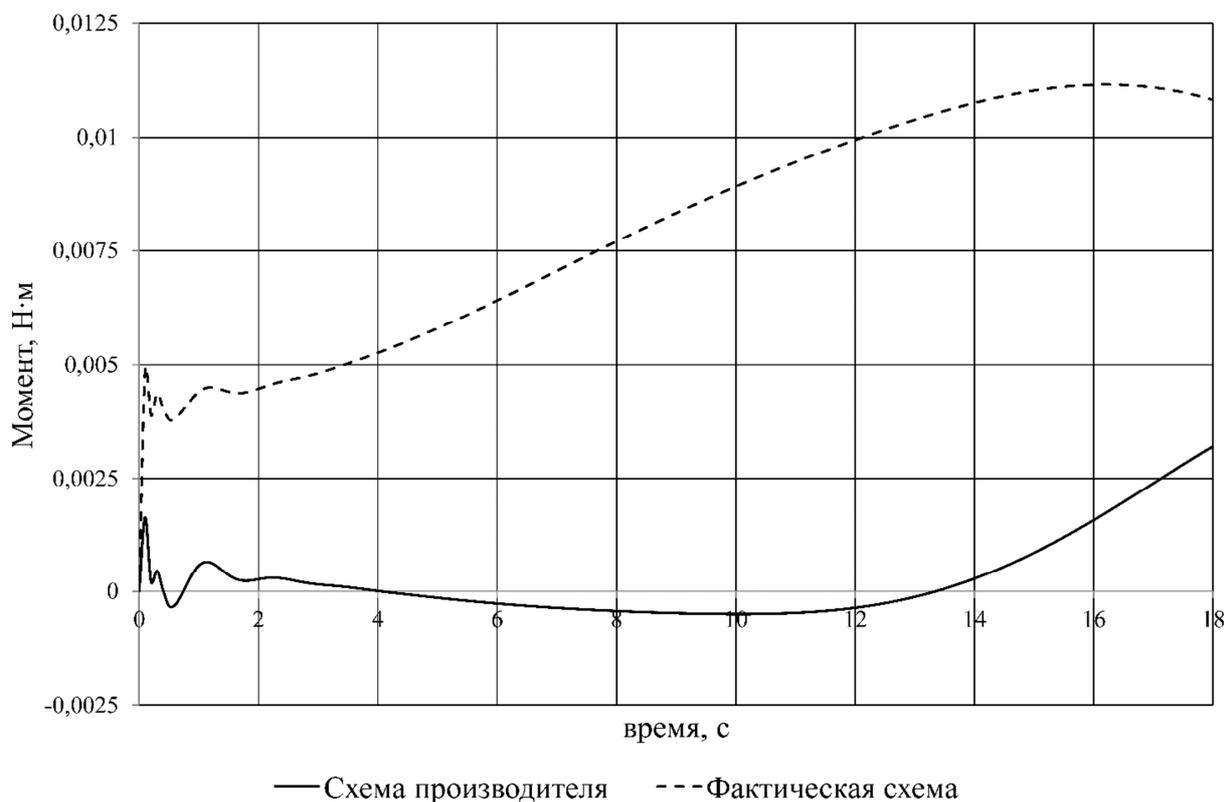


Рис. 3. Моменты в шарнире крепления рычагов

Для фактической схемы получено повышение угловой скорости до максимальной к середине цикла – от 0 до 6 град/с и снижение угловой скорости (замедление движения) к концу цикла – от 6 до 5,5 град/с. По схеме, рекомендованной заводом, выявлено повышение угловой скорости от начала и до конца движения на протяжении всего цикла – от 0 до 9 град/с.

С помощью разработанной модели были определены минимально-необходимые моменты открытия створки ворот в соответствии с каждой монтажной схемой. Для фактической схемы это 15,5 Н·м, а для схемы, предлагаемой производителем, – 11,55 Н·м.

В шарнире крепления рычага к створке ворот рассчитаны моменты. Построен график момента в шарнире крепления рычагов в зависимости от времени полного открытия на угол 90°, изображенный на рисунке 3. Для фактической схемы выявлено скачкообразное увеличение в момент начала движения – 0,005 Н·м и повышение до максимального к концу цикла – 0,011 Н·м. Для схемы, рекомендованной заводом: минимальные значения (близкие к 0) практически во всем цикле и незначительное повышение к концу цикла – 0,003 Н·м.

И в заключении были рассчитаны минимально необходимые для открытия силы в шарнире крепления рычага к створке ворот. По фактической схеме: практически линейная зависимость распределения сил во времени цикла – 46 Н. Для схемы, рекомендованной заводом: в момент пуска снижение силы – 40 Н; затем дальнейшее уменьшение сил на протяжении всего цикла – 34 Н; и увеличение сил к моменту остановки – 46 Н.

Согласно расчетным параметрам, установленным при анализе модели, минимально необходимый момент для совершения работы рычажного механизма (открытия створки) составляет не более 5 % от максимального момента привода (320 Н·м). Разница расчетных данных при двух вариантах монтажного исполнения составляет не более 25 % и с учетом максимального момента привода не является критичной для обеспечения работы.

Передающие моменты в шарнире крепления рычага к створке ворот составляют не более 1 % от максимального момента привода и могут не учитываться в работе. Отсутствие линейной зависимости (скачкообразное изменение графика), в том числе изменение знака момента, свидетельствуют о возможном нестабильном движении на протяжении цикла открытия при каждом варианте монтажного исполнения. Количественные данные являются ничтожно малыми и не оказывают влияния на работу.

Угловая скорость на выходном валу редуктора в случае фактического монтажного исполнения имеет тенденцию к замедлению к концу цикла открытия створки. Данный факт свидетельствует о снижении инерционных моментов и нагрузок на детали привода. Угловая скорость на выходном валу редуктора в случае заводского монтажного исполнения имеет тенденцию роста на протяжении всего цикла открывания створки, что может быть связано с повышением инерционных моментов и нагрузок на детали привода. То же самое можно сказать и об угловой скорости открытия створки.

В случае заводского монтажного исполнения расчетная сила, необходимая для совершения работы (открытия створки), ниже, чем при фактическом монтажном исполнении на 12 Н (26 %). Принимая во внимание силовой ресурс редуктора, данная разница не оказывает критичного влияния при совершении работы.

Литература

1. Реутов, А. А. Моделирование движения двери с механизмом закрывания / А. А. Реутов // Вестник Брянского государственного технического университета. – 2021. – № 11. – С. 17–23. DOI: 10.30987/1999-8775-2021-11-4-10.

2. Булавин, В. Ф. Цифровые технологии в машиностроении / В. Ф. Булавин, А. С. Степанов, В. В. Яхричев // Вестник Вологодского государственного университета. Серия: Технические науки. – 2019. – № 1(3). – С. 12–16.

V.P. Senichev,¹ V.V. Iakhrichev²,

¹ Head of Technical Control Department, TechnoOPT LLC, ² Vologda State University,

RESEARCH OF AUTOMATIC LEVER MECHANISM FOR SWING GATES

The article presents the results of an analysis of the automatic lever mechanism for swing gates. Two mounting diagrams of the mechanism are compared, the first, proposed by the gate manufacturer, and the second, most frequently used scheme by installers directly on site. The comparison was carried out to obtain an answer to the possibility of using a wiring diagram different from that declared by the manufacturer.

Lever mechanism, gate automation, kinematic calculation, dynamic calculation, Winmachine.