

УДК 621.875.5

Обеспечение безопасности при работе портовых кранов в условиях штормового ветра

Н.Е. Подобед, В.А. Подобед

Судоводительский факультет МА МГТУ, кафедра управления судном и промышленного рыболовства

Аннотация. В статье рассмотрены характеристики анемометров как приборов ветровой защиты портовых грузоподъемных кранов, с точки зрения надежности их работы, правильной настройки и проверки. Определены требования, которым должен удовлетворять крановый анемометр. Даны рекомендации по установке анемометров в порту.

Abstract. The characteristics of anemometers as wind instruments of port cranes protection in terms of their reliability, proper setup and calibration have been considered. The requirements for crane anemometers have been defined. The recommendations for installation of anemometers in the port have been given.

Ключевые слова: портовые краны, анемометры, безопасность, штормовой ветер
Key words: port cranes, anemometers, safety, gale-strength wind

1. Введение

Для обеспечения безопасной эксплуатации портовых кранов при штормовом ветре необходимо, помимо ветровой карты порта (Подобед, 1990), оборудовать кран надежным и исправным ветроизмерительным прибором (Подобед, Подобед, 2004; 2006), своевременно сигнализирующем о достижении скорости ветра, предельной для данного типа крана как по величине, так и по ее продолжительности. Работа кранов при скоростях ветра, превышающих эти значения, может привести к аварийным ситуациям. Свыше 15 % аварий кранов происходит по причине действия штормового ветра. Стоимость анемометра составляет не более 0,1 % стоимости крана, а последствия его ненадежной работы могут оцениваться во много раз больше стоимости самого крана.

Работа кранов при штормовом ветре прекращается по данным метеостанции, обслуживающей порт, так как работники порта являются юридическими лицами, оформляющими простои судов, вагонов, автотранспорта и портовых бригад по метеопричинам. Но как показали анемометрические съемки, скорость ветра по различным направлениям из-за естественных и искусственных препятствий значительно отличается на различных участках порта по отношению к метеостанции, обслуживающей порт. Существуют так называемые зоны пониженных (аэродинамические тени) и повышенных скоростей ветра в портах (Подобед, 1990; Подобед, Подобед, 2006). Поэтому правильный выбор анемометра и места его установки является весьма важным элементом обеспечения четкой организации производства перегрузочных работ и безопасности портовых кранов в условиях штормового ветра.

Порыв ветра опасен по скорости и по времени действия. Поэтому анемометры должны измерять мгновенную скорость ветра, осредненную за определенный промежуток времени, и автоматически извещать обслуживающий персонал об опасных порывах. Между тем не все существующие анемометры, используемые в портах, отвечают этим требованиям в силу своих конструктивных особенностей.

2. Обзор и отличительные особенности различных типов анемометров

Существует достаточно большое количество анемометров, различающихся по принципу действия и конструктивному исполнению. Разнотипность анемометров объясняется наличием в портах различных типов кранов отечественного и зарубежного производства (краны Германии, Венгрии, Франции, Италии, Японии и др.). На кранах типа "Ганц" установлены анемометры манометрического типа, которые основаны на использовании трубок Вентури или Пито. На кранах фирм "Каяр" и "Демаг" установлены ветромеры флюгерного типа, в которых отклонение пластин от вертикали происходит под напором ветра. На кранах фирм "Абус", "Аплеваж" и завода ПТО им. Кирова установлены анемометры вертушечного типа, которые имеют три или четыре полых чашки (полуцилиндры), вращающиеся на вертикальной оси и преобразующие с помощью тахогенераторов скорости вращения приемников в электрический сигнал.

Отличительной особенностью анемометров типа "Абус" (Германия) является громоздкость, большой вес, сложность установки и замены датчиков скорости ветра в процессе эксплуатации, а также

малая вибростойкость. Механические анемометры флюгерного типа "Каяр" (Франция) обладают сравнительно малой надежностью в работе. Установка и применение пневмометрического анемометра типа "Ганц" (Венгрия) ограничивается протяженностью пневмокоммуникаций и ее надежностью. Анеморумбометр "Сумитомо" (Япония) имеет сравнительно сложную конструкцию, требующую квалифицированного персонала по ее обслуживанию.

3. Основные характеристики наиболее распространенных типов крановых анемометров

С целью определения основных характеристик анемометров были проведены продувки наиболее распространенных типов крановых анемометров в аэродинамической трубе ОИИМФа. Были взяты отечественный анемометр типа М-95М, анемометры зарубежных фирм – "Ганц", "Абус" и "Сумитомо". Скорость потока в трубе изменялась от 0 до предельной скорости, измеряемой данным типом анемометра. Перед продувкой датчик анемометра подвергался обкатке в течение 5 минут при скорости потока 10-15 м/с с целью получения стабильности показаний. В процессе испытаний определялась выходная величина датчика анемометра в зависимости от скорости потока. Одновременно снимались показания микроманометра, барометра, термометра, психрометра, которые использовались для расчета скорости воздушного потока. У анемометра "Ганц" выходная величина (разряжение – p) измерялась U-образной трубкой, а у остальных – выходная величина (напряжение – U) – вольтметром. Скорость потока повышалась через каждые 4-6 м/с, а затем через такой же интервал времени уменьшалась. Таким образом, получались 12-15 точек, соответствующих выходным величинам. Очередной отсчет по микроманометру производился спустя 2-3 минуты после установки в аэродинамической трубе скорости потока. Были получены зависимости выходных величин датчиков анемометров от скорости потока, которые приведены на рисунке.

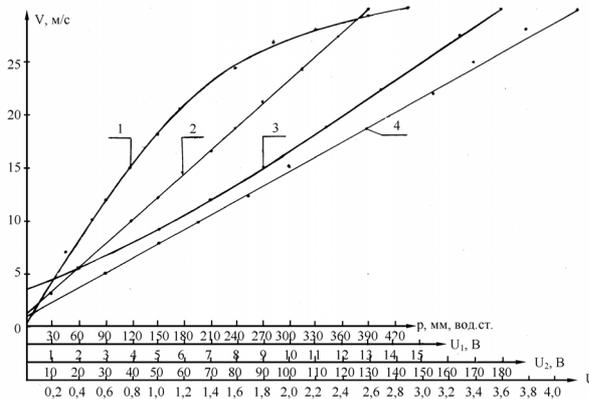


Рис. Цифрами обозначены тарировочные зависимости анемометров кранов: 1 – "Ганц", 2 – "Сумитомо", 3 – "Абус", 4 – "М-95М"

По оси абсцисс откладывалась выходная величина датчика, а по оси ординат – скорость воздушного потока. Тарировочные характеристики анемометров "Сумитомо", "Абус", и М-95М хорошо аппроксимируются уравнением прямой линии

$$V = a + b U, \text{ м/с,}$$

где V – скорость воздушного потока, м/с; a – начальная чувствительность анемометра, м/с; b – крутизна тарировочной характеристики, соответствующая тангенсу угла наклона прямой к оси абсцисс, м·с⁻¹/В; U – выходная величина датчика анемометра, В.

Тарировочная кривая анемометра "Ганц" может быть аппроксимирована уравнением кубической параболы. Ее кривизна зависит от коэффициента усиления разряжения, который регулируется насадком трубки Вентури. В данном случае коэффициент

усиления равен 7,5.

Определены начальные чувствительности и средние величины постоянных времени разгона и торможения датчиков анемометров. Повышая медленно скорость потока, начиная с нуля, снимался отсчет по микроманометру в тот момент, когда вертушка начинала медленно вращаться и совершала 3-4 оборота. Определенная по отсчету микроманометра скорость соответствовала начальной чувствительности приборов. Начальная чувствительность зависит от трения в подшипниках и передаточных механизмах датчика, а также его инерционности.

Постоянная времени разгона вертушки датчика анемометра определялась по установившейся скорости потока в трубе, первоначально будучи заторможенной от вращения. В трубе последовательно назначалась установившаяся скорость потока 10, 20, 30 м/с. Время нарастания выходного сигнала датчика до установившегося, который регистрировался осциллографом, соответствовало времени его разгона.

Постоянная времени торможения датчика определялась как время его остановки от установившейся скорости вращения до состояния покоя. Скорость вращения датчика устанавливалась посредством электромотора такой, что выходная величина датчика соответствовала заданной скорости потока, выбранной по тарировочной зависимости для каждого типа анемометра. Для датчика анемометра

"Ганц" постоянные времени разгона и торможения не определялись, так как он считается практически безынерционным датчиком.

Полученные характеристики свидетельствуют, что все анемометры вполне удовлетворяют их применению как приборов ветровой защиты портовых грузоподъемных кранов, так как время закрытия противоугонных захватов на два порядка выше, чем время срабатывания ветровой защиты. Однако с точки зрения надежности их работы, правильной настройки и поверки, импортные анемометры не пригодны для эксплуатации в условиях морских портов. К тому же большая разнотипность анемометров требует высококвалифицированного обслуживающего персонала, различной аппаратуры их контроля и поверки. Поверка вышеуказанных типов анемометров, кроме отечественного, должна производиться в аэродинамических трубах или на ротативных машинах, на что в свою очередь должны затрачиваться большие средства.

4. Заключение

Исходя из вышеизложенного, крановый анемометр должен удовлетворять следующим требованиям:

- датчик скорости ветра должен обладать сравнительно легким весом и относительно небольшими размерами;
- принцип действия анемометра должен быть основан на тахометрическом способе преобразования скорости вращения приемника в электрический сигнал;
- установку пороговой (предельной) скорости ветра для рабочего состояния крана по величине и ее продолжительности можно было бы производить на месте эксплуатации анемометра;
- простота эксплуатации и надежность в работе;
- легко и просто производить его поверку на местах эксплуатации.

Перечисленным требованиям удовлетворяет в настоящее время только отечественный анемометр типа М-95М и его модификации. Для него существует электромеханический тарифовочный стенд ПТМ-95, на котором в местах эксплуатации можно поверять анемометры, а также устанавливать пороговую скорость. Для выполнения поверки анемометров на таких стендах не требуется специально подготовленного обслуживающего персонала.

На портовых кранах рекомендуется устанавливать анемометры типа М-95М или его модификации. Анемометры не нужно устанавливать на всех порталных кранах, так как в этом нет необходимости. Согласно ветровой карте рекомендуется устанавливать их только на тех кранах, которые расположены в районах ветровой тени или зонах повышенной ветровой нагрузки относительно опорной метеостанции. Такая установка анемометров не противоречит правилам Ростехнадзора и даст некоторую экономию в приобретении анемометров и их эксплуатации (каждый вновь вводимый в эксплуатацию кран снабжается анемометром).

Установка анемометров на высоте, как показала практика, производится не правильно. Например, на порталном кране "Ганц" анемометр устанавливается на кабине крановщика на высоте 0,2-0,3 м, на кранах "Каяр" анемометр флюгерного типа устанавливается в А-образной поворотной раме. Установленные таким образом датчики фактически находятся в аэродинамической тени. Поэтому рекомендуется на кранах с поворотной платформой анемометр устанавливать на 2-х метровой штанге выше вертикальной точки А-образной рамы, а на кранах с поворотной колонной – на 2-х метровой штанге выше верхней точки колонны. Регулировку и настройку анемометров в зависимости от высоты их установки необходимо выполнять, руководствуясь (*Подобед, 1990; Подобед, Подобед, 2006*), т.е. учитывать возрастание скоростного напора ветра по высоте. Рекомендуемые типы отечественных ветроизмерительных приборов и места их установки в портах приведены в (*Подобед, 1990; Подобед, Подобед, 2006*).

Литература

- Подобед В.А.** Типовая инструкция по эксплуатации порталных кранов при скорости ветра свыше 15 м/с в морских рыбных портах. Приказ Минрыбхоза СССР от 03 ноября 1989 года № 439. М., ВНИИЭРХ МРХ СССР, 32 с., 1990.
- Подобед В.А., Подобед Н.Е.** Выбор и использование анемометров портовых кранов. *Наука и образование: Материалы междунар. научно-техн. конф. (Мурманск, 7-15 апреля 2004)*. Мурманск, МГТУ, ч. V, с.236-240, 2004.
- Подобед В.А., Подобед Н.Е.** Предупреждение риска при эксплуатации кранов при ветровых нагрузках в морских портах. *Вестник МГТУ*, т.9, № 3, с.531-533, 2006.