

Уваров П.Е., Татарченко Г.О., Шпарбер М.С.

## ПОВЫШЕНИЕ КВАЛИМЕТРИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ОЦЕНКИ ТОЧНОСТИ МОНТАЖНЫХ СРЕДСТВ ПОДЗЕМНОГО ТРУБОПРОВОДНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

*Приведены анализ и оценка современного состояния проблемы повышения квалиметрических качеств оценки точности монтажных средств подземного трубопроводного строительства. Рассмотрены общие вопросы точности и эффективности монтажного процесса; предложена классификация методов укладки и стыковки по признакам точности и эффективности монтажного цикла. Данные исследования нашли подтверждение при решении конкретных задач: разработке процессов монтажа подземных трубопроводов и соединений отдельных элементов трубопроводов.*

**Ключевые слова:** эффективность и точность монтажного процесса, фактическая точность монтажного средства, квалиметрические возможности монтажных средств, трубопроводное строительство

**Цель, задачи и основное содержание работы.** Для оценки универсальных органов машин системы подземного трубопроводного строительства (СПТС) предлагается ввести понятие и показатель относительной точности их работы. Под относительной точностью понимаем, способность монтажных средств перемещать либо качественно изменять материалы или детали в заданных технических условиях технологии и организации прокладки трубопроводных сетей водоподачи и водоотведения пределах.

Особое значение точность имеет в процессе монтажа, от которой в значительной мере зависит прочность, устойчивость и эксплуатационная надежность конструкций трубопровода в жизненном цикле эксплуатации, ремонта. Это, прежде всего центровки и соединения концов труб (стыковки).

При существующих способах монтажа элементы СПТС окончательно приводятся в проектное положение главным образом за счет действий монтажников. Однако, точность прокладки, установки (временного, постоянного крепления трубопроводов и, главное элементов соединений) в значительной степени зависит от квалиметрических возможностей монтажных средств.

Дальнейшее развитие и совершенствование монтажных средств в этой связи должно осуществляться в направлении расширения возможностей квалиметрических качеств монтажных средств точной установки элементов в заданное положение с минимальным участием монтажников или без их участия. Именно поэтому в составе технологических требований к созданию средств комплексной механизации (машин) нами предусматривается, как правило, пооперационная (по процессная) характеристика точности работы предлагаемых монтажных средств [1, 2, 3].

В качестве показателя относительной точности монтажных средств принимали:

$$\rho = \frac{\Delta_{xy}}{\Delta_k}, \quad (1)$$

где  $\Delta_{xy}$  – отклонения элементов от установочной оси прокладки трубопровода, допускаемые техническими регламентами (условиями);

$\Delta_k$  – средневероятные предельные отклонения от установочной оси.

Как показали исследования, распределение случайных величин отклонений элементов от установочной оси приближенно к нормальному закону, а рассеивание имеет место в пределах  $\pm 3\sigma$ , где  $\sigma$  – среднеквадратичное отклонение.

В общем случае с практически необходимой точностью можно принять, что

$$\Delta_k = |a| + 3\sigma.$$

При этом

$$\rho = \frac{\Delta_{xy}}{2(|a| + \sigma)}, \quad (2)$$

Зона рассеивания при этом охватывает до 99% всей совокупности возможных отклонений. Возможно назначение другого размера принимаемой в расчет зоны рассеивания в зависимости от практической необходимости. Так, принимая в расчет зону рассеивания  $\pm 2\sigma$ , мы получим охват 95% совокупности отклонений, что может оказаться достаточным для решения практических задач определения точности работы монтажных средств (машин).

Мы считаем целесообразным, использовать в качестве показателя плотности процесса вероятность  $p$  осуществления события, являющегося конечным результатом процесса за счет суммы неповторяемых рабочих движений (в случае монтажа (установки) трубопроводов в поле допусков в простом монтажном цикле):

$$p = \frac{n_{пол}}{n_{общ}}$$

где  $n_{пол}$  – количество полезных движений;  
 $n_{общ}$  – количество общих движений.

Если заранее исключить время всех технологических простоев и принять за время одного элементарного движения  $\tau$ , то вероятность

$$p = \frac{n_{пол} \tau}{n_{общ} \tau} = \frac{n_{пол} \tau}{t_{общ}} = \frac{t_{пол}}{t_{общ}}, \quad (3)$$

примет численное значение коэффициента времени.

На рис. 1 эта вероятность определяется заштрихованной площадью под кривой Гаусса в пределах  $\Delta_{my} / 2$ .

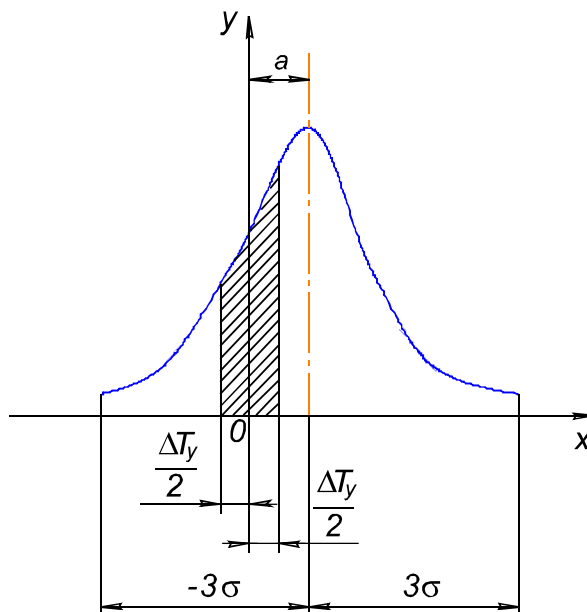


Рис. 1 Кривая распределения отклонений

Для получения сравнительной характеристики точности проведены необходимые испытания монтажных средств, для прокладки трубопроводных сетей СПТС по специальной методике с построением кривых распределения отклонений.

Так как показатель, основанный на определении вероятности искомого события, применяется в сочетании с показателем точности, который определяет качество его выполнения, то это позволяет использовать возможности для нахождения оптимальных процессов.

Нами рассмотрены некоторые общие вопросы точности и эффективности монтажного процесса; предложена классификация методов укладки и стыковки по признакам точности и эффективности монтажного цикла. Данные исследования общих направлений нашли подтверждение при решении конкретных задач: разработке процессов монтажа подземных трубопроводов и соединений отдельных элементов трубопроводов и учет требований строительной технологичности в создании новых и совершенствовании существующих средств комплексной механизации.

Фактическая точность монтажного средства характеризуется математическим ожиданием ( $a$ ) величины отклонения соединительного элемента трубопровода от проектного положения при установке его этим средством и величиной среднеквадратического отклонения ( $\sigma$ ), которая характеризует разброс отдельных значений величин отклонения.

Если математическое ожидание величины отклонения,  $a$  не равно нулю ( $a \neq 0$ ), то это указывает на наличие систематических ошибок в технологическом процессе, которые, как правило, могут быть устранены.

При устранении систематических ошибок в технологическом процессе (т.е. при  $a = 0$ ) основной характеристикой фактической точности монтажного средства является среднеквадратическое отклонение  $\sigma$ , которое характеризует разброс отдельных значений – чем больше показатель  $\sigma$ , тем меньше точность работы.

Эта величина определяется по формуле

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - a)^2 p_i}, \quad (4)$$

где  $a$  – математическое ожидание величины отклонения;  
 $p_i$  – вероятность появления данной величины отклонения  $x_i$ .

При производственных испытаниях для каждого монтажного средства должны быть определены критерии абсолютной точности  $a$ ,  $\sigma$ , интервал поля рассеивания и закон распределения отклонений. Устанавливать эти критерии необходимо в результате анализа массовых наблюдений за работой монтажного средства при определенной его настройке и при нормальном для данного средства режиме работы с учетом факторов, влияющих на точность работы монтажного средства.

Критерии абсолютной точности работы монтажных средств записывались в паспорте и служили одним из основных показателей оценки эффективности работы монтажного средства и выработке требований к совершенствованию и созданию новых универсальных средств.

Для решения вопроса о пригодности данного средства для монтажа элементов в пределах установленных допусков целесообразно введение показателя соответствия фактической точности заданным допускам.

Для оценки возможностей машин и их рабочих органов выполнять заданные точностные параметры процессов, было введено понятие и показатель относительной точности

$$\rho = \frac{X_e - X_n}{2|a| + t\sigma}, \quad (5)$$

где  $X_e$  – верхний технический допуск;

$X_n$  – нижний технический допуск;

$t$  – параметр, характеризующий вероятность соответствия вычисленной величины данного показателя его истинному значению;

$a$  и  $\sigma$  – см. формулу (4).

Наличие в формуле величины  $a$  (математического ожидания случайной величины) указывает на то, что в работе монтажного средства имеются систематические погрешности, которые при выяснении причины их наличия могут быть ликвидированы. В том случае, если  $a = 0$ , формула примет следующий вид:

$$\rho = \frac{X_e - X_n}{2t\sigma}, \quad (6)$$

и тогда работа без нарушения операционных допусков может быть обеспечена при условии, что  $\Delta_{т.у} \geq 2t\sigma$ .

Показатель относительной точности правильно характеризует степень соответствия точности монтажного средства заданным допускам прокладки и стыковки трубопроводных сетей и может служить для оценки проектируемых (конструируемых) новых и модернизации существующих средств, как при свободном, так и при принудительном монтаже.

Знание этого показателя особенно важно при оценке пригодности данного монтажного средства для автоматизации монтажа (для квалиметрической оценки бездефектности).

Если показатель относительной точности  $\rho \geq 1$ , то можно сказать, что при бездефектном монтаже

вероятность установки элемента в проектное положение  $p = \frac{n_{\text{пол}}}{n_{\text{общ}}} \geq 1$ , т.е. элемент с первого раза попадает в

проектное положение и не требуется повторения цикла работы монтажного средства.

В том случае, когда  $\rho < 1$ , соответственно и вероятность установки элемента в проектное положение  $p \leq 1$ , т.е., чтобы элемент попал в проектное положение, необходимо повторение цикла.

В настоящее время при создании средств для монтажа показатель относительной точности не учитывается, что приводит к отрицательным результатам.

Для определенных технологических процессов и строительных конструкций трубопроводов должен быть выбран оптимальный вариант, при котором показатели относительной точности и вероятности имели бы оптимальные значения.

Таким образом, будет устанавливаться связь между относительной точностью и эффективностью процесса через вероятность попадания элемента в проектное положение. Чем выше относительная точность, тем больше эта вероятность, следовательно, выше эффективность процесса, т.е. мероприятия по повышению точности монтажных средств направлены также на повышение производительности в монтажном процессе.

Критерий эффективности работы существующих монтажных средств, в частности крана, а также предполагаемых новых правильно оценивать как вероятность приведения элементов в проектное положение в результате суммы неповторяемых рабочих движений крана (или универсальных устройств) – простого монтажного цикла. Этот показатель может служить для оценки как автоматического, так и неавтоматического режима работы крана.

В производственной практике СПТС большое значение имеет оценка появления стандартной продукции (т.е. при монтаже точной установки элемента в проектное положение) при регламентном технологическом процессе [4, 6].

Исходя из того, что рассеивание отклонений относительно отметки поперечных и продольных горизонтальных элементов конструкций и их стыковка от проектного положения подчиняется нормальному закону, эта оценка может быть произведена по соответствующим формулам, приведенным в руководствах по теории вероятностей. При этом должна быть найдена вероятность  $p(X_n < x_i < X_e)$  того события, что значение отклонений всегда находится в пределах поля допусков.

Для того чтобы правильно определить вероятность попадания элементов в заданный допуск стыковки, необходимо выявить причины и степень их влияния на отклонение элемента при установке его монтажным средством. Отклонения груза от проектного положения при установке его краном складываются из двух основных составляющих:

- 1) отклонений, зависящих от точности остановки груза при перемещении его механизмами передвижения, поворота, изменения вылета;
- 2) отклонений, вызванных колебаниями груза, подвешенного на гибкой нити.

Каждая из составляющих может меняться в зависимости от многих причин (как закономерных, так и случайных).

Поэтому было бы неправильно при определении точности монтажных средств рассматривать наибольшее и наименьшее отклонения как суммы соответственно наибольших и наименьших значений всех частных отклонений без учета вероятности их появления. Определив опытным путем вероятность каждого частного отклонения, можно будет найти вероятность суммарных отклонений.

До настоящего времени вопрос точности и эффективности процесса прокладки и стыковки монтажными средствами, а также определение причин, влияющих на точность монтажа (сборки и стыковки) и степень их влияния, не имеют необходимой теоретической базы и экспериментальных разработок. Вследствие этого проведенные теоретические и экспериментальные исследования в данном направлении и выработка конкретных рекомендаций по совершенствованию процесса монтажа выявили наиболее характерные повреждения трубопроводных сетей уже в процессе их эксплуатации и ремонтно-восстановительном цикле [4].

Такие работы проводились ЦНИИОМТП, НИИСП, ХГТУ и др. организациями. Первоочередное практическое значение имеют работы по совершенствованию свободного монтажа, как за счет совершенствования монтажных кранов, так и за счет монтажного оснащения. При этом может быть обеспечено повышение точности и уплотнение монтажного цикла, снижение технологических простоев, сокращение времени монтажных операций. Эффективность применения монтажного оснащения зависит от того, насколько четко определены возможности данного монтажного оснащения и насколько они соответствуют требованиям монтажа определенных конструкций трубопроводных сетей и технологии их прокладки и стыковки. Для этого была введена классификация монтажного оснащения по степени ограничения свободы движения элементов в монтажном цикле, разработанная на основе классификации методов монтажа (табл. 1).

Таблица 1 Классификация методов монтажа по степени ограничения свободы движения элемента в монтажном цикле

Классы монтажного оснащения	Методы монтажа	Классификационные признаки	Пути и средства достижения точности монтажа	Примеры монтажного оснащения
I	Свободный	Установка элементов без ограничения свободы движения монтируемых элементов во всем монтажном цикле	Применение измерительных приборов или предварительная разметка монтажного поля	Геодезический инструмент, осевые и ограничительные линии
II	Ограниченно свободный	Ограничение свободы движения монтируемого элемента в стадии его установки с линейным, плоскостным или пространственным фиксированием	Обеспечение направленного движения элемента в момент его посадки в проектное положение путем применения упоров, фиксаторов и самофиксирующих устройств в специальных стыковых соединениях	Групповая оснастка системы Дейча, самофиксирующая система Леноргстроя, инвентарные упоры Пружинина
III	Полупринудительный	Ограничение свободы движения монтируемого элемента в стадии его ориентации и установки	Обеспечение точности установки элемента в конечных стадиях монтажного цикла путем применения спец. монтажных приспособлений (кондукторов, трафаретов, стабилизаторов, манипуляторов)	Трафаретный кондуктор
IV	Принудительный	Перемещение и установка элементов в проектное положение с ограничением свободы движения элемента во всем монтажном цикле	Обеспечение дистанционного управления всеми рабочими движениями рабочих органов монтажных средств: принудительное, контролируемое приведение в проектное положение	Козловой кран с подвижной траверсой и жестким захватом, копровая установка с самоходным мостовым агрегатом

Для обеспечения точности и повышения эффективности монтажа необходимо совершенствование монтажных кранов. Хотя при разработке новых монтажных кранов используются последние достижения теории и практики подъемно-

транспортного машиностроения, основные принципиальные особенности конструкции – свободный канатный подвес груза и свободное вращение крюка – сохранены по-прежнему.

Эти особенности являются характерными для всех кранов с ручной прицепкой и отцепкой груза, так как они позволяют вручную смещать груз и поворачивать его относительно своей оси. Гибкость канатной подвески упрощает наводку груза и позволяет удобно работать краном даже при достаточно больших ускорениях и неточной остановке груза. Однако гибкая подвеска и свободное вращение крюка, создающие удобные условия работы при подаче краном сравнительно небольших грузов, в условиях, когда не требуется их точной установки, вызывают затруднения на сборном строительстве, тем более в связи с постоянно проявляющейся тенденцией укрупнения элементов.

Требование повышенной точности, а также большие веса и размеры сборных элементов приводят к тому, что при использовании существующих кранов со свободным канатным подвесом, установка элементов вызывает большие затраты времени и труда.

При всех случаях переход к полностью механизированному и бездефектному процессу требует механизации операций по приведению элементов в проектное положение. Прежде всего, должны быть предприняты меры по сокращению колебаний элементов на гибкой нити в период наведения, ориентирования и установки. С этой целью предложено оснастить существующие типы монтажных кранов манипуляторами, что позволяет ограничить колебания и механизировать операции разворота сборных элементов вокруг вертикальной оси, наведения их и установки в проектное положение. Имеется в виду создание гибких манипуляторов для уменьшения раскачки элементов на канатном подвесе и механизации их ориентирования. Разработано также предложение по оснащению стреловых кранов жесткими манипуляторами для принудительного ориентирования и установки конструкций, и в первую очередь колонн, в проектное положение.

Следует указать, что только сейчас появляются реальные возможности осуществления этих принципов вследствие развития и распространения объемного гидропривода.

Естественно, что практическое осуществление этих принципов должно сочетаться с обеспечением экономической эффективности. В связи с этим можно сказать, что нынешние качества сборных элементов, принципы организации строительства и пр. находятся в противоречии с этим методом. Можно считать все же современными теоретические и экспериментальные работы в направлении создания управляемых грузозахватных органов, принципиальных схем монтажных средств и технологии так называемого координатного монтажа. Во всех указанных случаях первым и совершенно необходимым этапом является создание систем для принудительного ориентирования элементов без применения ручного труда.

Конструкторские проработки ЦНИИОМТП показали принципиальную возможность создания достаточно несложных практически приемлемых решений управляемых захватов, а также устройств для ориентирования элементов относительно осей крана. С целью проверки основных положений координатного монтажа для конструкций подземной части сборных зданий разработан координатный кран.

В настоящее время нами исследуются вопросы теории координатного монтажа, определения оптимальных траекторий перемещения элементов и значений основных параметров рабочих монтажных средств. Ведутся также поисковые конструкторские работы.

Из всего сказанного по вопросу совершенствования монтажных средств и технологии монтажа можно сделать следующие выводы:

1. Применяемые повсеместно в настоящее время технология и средства свободного монтажа имеют значительную трудоемкость, потери машинного времени, не обеспечивают заданной точности. Подвес элементов на гибкой нити вызывает значительные отклонения и определяет чрезвычайно низкую вероятность приведения элемента в проектное положение в простом монтажном цикле.

2. С целью повышения эффективности и точности работы средств свободного и ограниченно свободного монтажа, которые длительное время будут основными видами, необходимо осуществить комплекс мероприятий по повышению вероятности точного приведения элементов в проектное положение. Главными из них являются: разработка и внедрение конструкций монтажного оснащения, обеспечивающих оптимальные скорости кранов в заданных пределах; осуществление мероприятий по повышению видимости (обзор, положение кабины, средств искусственного повышения видимости); введение дистанционного раздельного управления; создание системы, позволяющей машинисту ориентироваться по осям здания; снижение величин отклонений элементов за счет поддержания минимальной длины подвеса и минимальных ускорений (изменение высоты башни, длин стрел, оборудование стрел каретками, применение телескопических стрел и т.д.); применения вспомогательных средств, гибких и жестких манипуляторов для принудительного ориентирования элементов.

3. Для повышения вероятности точной установки элементов необходимо разработать системы с повышенными входными полями допусков и дальнейшим доведением элементов до упоров в поле, предусмотренное техническими условиями. При этом возможны простейшие групповые кондукторы с ручным доведением (кондукторный монтаж) и сложные кондукторы с автоматизированным доведением элементов до проектного положения (трафаретный монтаж).

4. Монтаж, когда элемент приводится в проектное положение за счет суммы неповторяемых рабочих движений монтажных средств до оптимальной траектории в наиболее эффективном режиме (координатный монтаж), является перспективным, но требует значительного повышения уровня качества изделий и технического уровня монтажных средств. Необходимы большие научно-исследовательские и проектно-конструкторские работы по осуществлению технологии и средств для координатного монтажа.

Повышение использования машинного времени, облегчение выверки элементов и ускорение операций временного закрепления достигается совершенствованием свободного монтажа за счет применения отдельных и групповых приспособлений (включающее ориентиры, фиксаторы, упоры, связи). Этот метод усовершенствованного свободного монтажа классифицируется нами как «ограниченно свободный».

Дальнейшее совершенствование технологии монтажа может идти за счет применения в общем случае кондукторов и, в частности, трафаретов как их высшей технической ступени.

Здесь имеет место стадийная установка элементов – первоначально в более широкое поле, ограниченное входными размерами кондукторов, и затем в проектное положение, фиксируемое системой упоров.

Трафарет представляет собой групповой кондуктор, отличающийся наличием автоматически действующих систем, приводящих элементы в проектное положение. Такой вид монтажа нами назван трафаретным (или полупринудительным). В данном случае резко сокращаются время и затраты труда на ориентирование и установку, а временное закрепление как операция исключается.

Для обеспечения принудительного процесса монтажа, начиная с операции захвата элементов до установки их в положение, определенное допусками, необходимы средства монтажа с жесткими кинематическими связями и управляемыми грузозахватными устройствами. Эти средства в результате могут обеспечивать заданное положение элементов в каждый данный момент и при всех случаях дают возможность осуществлять принудительное их ориентирование без применения ручного труда. Такой вид монтажа классифицируется нами как координатный (или принудительный).

Для правильного выбора монтажного средства данного монтажного процесса необходим такой показатель, который помог бы объективно оценить монтажные его качества и в совокупности с другими показателями – экономическую эффективность применения.

Прежде всего, следует определить характеристики тех свойств монтажных средств, которые наиболее полно отражают их монтажные качества.

В самой широкой формулировке это может быть охарактеризовано понятиями эффективности действия машины и точности ее работы.

В машиностроении давно существует такой показатель, как точность работы машины. Под точностью монтажных средств следует понимать степень рассеивания величин отклонения деталей от проектного положения при установке их монтажными средствами без участия монтажников. В том, что точность собственно монтажных средств оценивается рассеиванием отклонений при их установке в независимом монтажном цикле без участия монтажников, корректирующих погрешности машины, имеется коренное отличие от понятия точности монтажа. Последняя определяется рассеиванием фактически имеющих место отклонений при установке элементов, осуществляемой по данной технологии, т.е. с учетом влияния всей совокупности факторов. Производственные отклонения (погрешности) при монтаже вызываются многочисленными и разнообразными причинами.

Одни из этих причин вызывают одностороннее и систематическое отклонение измеряемой величины от номинала. Эти причины, как правило, поддаются выявлению и устранению. Другие причины вызывают отклонения измеряемой величины в разные стороны и в разные моменты времени и при данном технологическом процессе являются неизбежными.

В соответствии с этим, как было уже сказано, будут рассматриваться две категории производственных погрешностей:

- а) систематические (неслучайные), направленные в определенную сторону;
- б) случайные погрешности.

Проведенные исследования показывают, что распределение погрешностей при монтаже подчиняется нормальному закону Гаусса. В этом случае в соответствии с теорией вероятности производственные погрешности обладают тремя следующими свойствами:

1) чем меньше по абсолютной величине случайная погрешность, тем чаще она встречается в производственном процессе, т.е. малые погрешности вероятнее больших;

2) одинаковые по абсолютной величине, но противоположные по знаку (положительные и отрицательные) случайные погрешности одинаково возможны и поэтому встречаются в производственном процессе одинаково часто;

3) абсолютная величина случайной погрешности не превосходит некоторой величины, называемой предельной погрешностью. Как это вытекает из закона распределения, предельная погрешность равна утроенному среднеквадратичному отклонению.

Распределение отклонений при наличии только случайных ошибок будет симметричным относительно стандарта в силу второго свойства.

При наличии же систематических ошибок, что практически почти всегда имеет место при монтаже, центр распределения будет смещен относительно стандарта и само распределение оказывается ассиметричным. Исследование производственных погрешностей показало, что провести резкую грань между случайными и систематическими погрешностями оказывается затруднительным.

Незначительные по величине симметрические погрешности, связанные с работой монтажных машин, могут оказаться незамеченными и перейти в категорию случайных. Одной из задач совершенствования монтажного цикла, и в частности монтажных средств, является стабилизация процесса. Имеется в виду

достижение устойчивого процесса производства, при котором все производственные погрешности можно отнести к категории случайных, а влияние систематических погрешностей сведено к минимуму. Стабильный процесс производства определяется, прежде всего, постоянством во времени средних значений случайных величин – математического ожидания и рассеивания количественных параметров. В таких процессах практически возможно уменьшить рассеивание производственных погрешностей только за счет изменения технологического процесса. Задача стабилизации производственного процесса сводится к обнаружению систематических ошибок и к устранению вызывающих их причин. Математическая статистика позволяет определить распределение случайных производственных погрешностей и установить, какие отклонения от этого распределения должны быть отнесены к погрешностям систематическим.

Фактическая точность монтажного средства характеризуется математическим ожиданием ( $a$ ) величины отклонения элемента от проектного положения при установке его этим средством и величиной среднеквадратичного отклонения ( $\sigma$ ), которая характеризует разброс отдельных значений величин отклонения.

Если математическое ожидание величины отклонения,  $a$  не равно нулю ( $a \neq 0$ ), то это указывает на наличие систематических ошибок в технологическом процессе, которые, как правило, могут быть устранены.

При устранении систематических ошибок в технологическом процессе (т.е. при  $a = 0$ ) основной характеристикой фактической точности монтажного средства является среднеквадратичное отклонение  $\sigma$ , которое характеризует разброс отдельных значений – чем больше показатель  $\sigma$ , тем меньше точность работы.

Эта величина определяется по формуле

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - a)^2 p_i}, \quad (7)$$

где  $a$  – математическое ожидание величины отклонения;

$p_i$  – вероятность появления данной величины отклонения  $x_i$ .

**Выводы.** Применяемые повсеместно в настоящее время технология и средства свободного монтажа имеют значительную трудоемкость, потери машинного времени, не обеспечивают заданной точности. Подвес элементов на гибкой нити вызывает значительные отклонения и определяет чрезвычайно низкую вероятность приведения элемента в проектное положение в простом монтажном цикле.

Для повышения вероятности точной установки элементов необходимо разработать системы с повышенными входными полями допусков и дальнейшим доведением элементов до упоров в поле, предусмотренное техническими условиями. При этом возможно применение простейших групповых кондукторов с ручным доведением (кондукторный монтаж) и сложных кондукторов с автоматизированным доведением элементов до проектного положения (трафаретный монтаж).

### Литература

1. Уваров Е.П., Пазин В.В., Уваров П.Е. Расчет надежности жизненного цикла навесного специализированного оборудования для прокладки подземных трубопроводов (концептуально-методологический аспект)/ Уваров Е.П., Пазин В.В., Уваров П.Е.// Вісник Донбаської національної академії будівництва і архітектури. – 2009-6(80). – С. 33-43.
2. Чебанов Л.С., Фролов А.В. Универсальное применение машин в строительстве./ Л.С.Чебанов, А.В. Фролов.– Киев: Будівельник, 1994. – 250 с.
3. Технология и комплексная механизация возведения жилых и промышленных зданий и сооружений /Под ред. А.П.Шального - М.: Стройиздат, 1965. – 344 с.
4. Эксплуатация, ремонт и восстановление сетей водоотведения /Гончаренко Д.Ф. – Харьков: КОНСУМ, 2008. – 400 с.
5. Семчук Г.М. Стан та проблеми нормативно-правового забезпечення діяльності підприємств водопровідно-каналізаційного господарства України / Г.М.Семчук //Зб. праць Міжнародного конгресу – 2001. –Ялта:, 2001. – С.5-9.
6. Ноулер Л., Хауэлл Дж.,Голд Б и др. Статистические методы контроля качества продукции / [Ноулер Л., Хауэлл Дж.,Голд Б. и др.] -М.: Издательство стандартов, 1989. – 96 с.

*ПІДВИЩЕННЯ КВАЛИМЕТРИЧНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ОЦІНКИ ТОЧНОСТІ МОНТАЖНИХ ЗАСОБІВ ПІДЗЕМНОГО ТРУБОПРОВІДНОГО БУДІВНИЦТВА*

*Наведено аналіз і оцінка сучасного стану проблеми підвищення кваліметричних якостей оцінки точності монтажних засобів підземного трубопровідного будівництва. Розглянуто загальні питання точності та ефективності монтажного процесу; запропонована класифікація методів укладання і стикування за ознаками точності і ефективності монтажного циклу. Дані дослідження знайшли підтвердження при вирішенні конкретних завдань: розробки процесів монтажу підземних трубопроводів і з'єднань окремих елементів трубопроводів..*

**Ключові слова:** *кваліметричні можливості монтажних засобів, точність і ефективність монтажного процесу, фактична точність монтажного засобу.*

*IMPROVEMENT OF QUALIMETRIC POSSIBILITIES OF ESTIMATION OF PRECISION OF INSTALLATION MEANS OF UNDERGROUND PIPELINE BUILDING*

**Abstract.** *The analysis and assessment of the current state of the problem of increasing the qualimetric qualities of the evaluation of the accuracy of the installation means of underground pipeline construction are given. General questions of the accuracy and efficiency of the installation process are considered; The classification of methods of stacking and docking according to the features of the accuracy and efficiency of the assembly cycle is proposed. These studies were confirmed by solving specific problems: the development of processes for the installation of underground pipelines and connections of individual pipeline components.*

**Keywords:** *Qualimetric possibilities of assembly means, accuracy and efficiency of assembly process, actual accuracy of assembly means*

Відомості про авторів:

**Уваров П.Є.** – канд. техн. наук, доцент кафедри міського будівництва та господарства Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля.

**Шпарбер М.Є.** – ст. викладач кафедри міського будівництва та господарства Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля.

**Татарченко Г.О.** – докт. техн. наук, професор кафедри міського будівництва та господарства Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля.