DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK

PATENTSCHRIFT

(12) Ausschließungspatent

(19) DD (11) 281 365 A5

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

5(51) B 28 C 7/00

PATENTAMT der DDR

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) AP B 28 C / 308 581 6 (22) 02.11.87 (44) 08.08.90

(71) Akademie der Wissenschaften der DDR, Institut für Kosmosforschung, Rudower Chaussee 5, Berlin, 1199, DD

(72) Schmelovsky, Karl-Heinz, Prof. Dr. rer. nat. habil. Dipl.-Phys.; Enz, Fred, Dipl.-Ing.; Franzel, Hans-Ulrich, Dr.-Ing.; Ginhold, Dietmar, Dr.-Ing., DD

(73) siehe (71)

(54) Verfahren zur dynamischen Rezepturkorrektur in der Frischbetonproduktion

(55) Frischbetonproduktion; Konsistenzmessung; Mischphase; Wasseranspruchskoeffizient; Rezepturkorrektur

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur dynamischen Rezepturkorrektur in der Frischbetonproduktion und ermöglicht unter Nutzung der an sich bekannten Konsistenzmessung während der Mischphase die gezielte Veränderung einer oder mehrerer Komponenten des Betons im Sinne einer adaptiven Lernphase. Mittels der Erfindung sind Rezepturvorschriften ermittelbar, welche auch bei Veränderungen der Eigenschaften der Ausgangskomponenten des Betons eine optimale Betonqualität sichern. Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, ausgehend von den betontechnologisch vorgegebenen Rezepturwerten, zunächst die Wasseranspruchskoeffizienten einer konkreten Mischung zu ermitteln. Weiterhin erfolgt die Abspeicherung der ermittelten Koeffizienten. Mit jeder weiteren Mischung erfolgt eine Aktualisierung der abgespeicherten Werte mittels adaptiven Schätzalgorithmus, wobei dieser Schätzalgorithmus der Bestimmung bedingter Erwartungswerte und der Varianzen dient, sowie anschließendem Vergleich mit den abgespeicherten Koeffizientenwerten. Im Ergebnis dieses Vergleiches werden beim Auftreten signifikanter Unterschiede zwischen vorhergehenden und aktualisierten Wertesätzen Korrekturen der Betonrezeptur vorgenommen.

ISSN 0433-6461

4 Seiten

Patentanspruch:

Verfahren zur dynamischen Rezepturkorrektur in der Frischbetonproduktion unter Anwendung der Konsistenzbestimmung während der Mischphase, **gekennzeichnet dadurch,** daß ausgehend von den betontechnologisch vorgegebenen Rezepturwerten, zunächst die Wasseranspruchskoeffizienten einer konkreten Mischung ermittelt werden, wobei hierfür die zeitliche Abhängigkeit der Konsistenz während dieser Mischung bestimmt wird;
anschließend die Auswertung einer Trockenmischphase erfolgt, die durch die Mischung der Gemengebestandteile bis zu Beginn der Wasserzugabe darstellbar ist sowie der Auswertung der stationären Endphase erfolgt, die durch die vollständige Untermischung der zugegebenen Wassermenge darstellbar ist;
weiterhin diese Phasen zur Ermittlung der Wasseranspruchkoeffizienten unter Nutzung der Erkenntnis, daß die Konsistenz nur von den Ausgangskonzentrationen der Gemengebestandteile abhängt, wobei jede Ausgangskonzentration mit dem dazugehörigen Wasseranspruchskoeffizienten multiplikativ verknüpft ist, benutzt werden;
eine Abspeicherung der ermittelten Koeffizienten erfolgt, wobei mit jeder weiteren Mischung eine Aktualisierung der abgespeicherten Werte mittels adaptiven Schätzalgorithmus realisiert wird;
dieser Schätzalgorithmus der Bestimmung bedingter Erwartungswerte und der Varianzen dient, wobei anschließend ein Vergleich mit den abgespeicherten Koeffizientenwerten derart erfolgt, daß im Ergebnis dieses Vergleiches beim Auftreten signifikanter Unterschiede zwischen vorhergehenden und aktualisierten Wertesätzen Korrekturen der Betonrezeptur vorgenommen werden, wobei folgende Prioritäten zu setzen sind

- Verringerung des Zementeinsatzes um einen definierten Betrag bis zur erneuten Bestimmung aktueller Wasseranspruchskoeffizienten

vor dem

- Austausch von definierten Mengen fein- und/oder grobkörnigen Zuschlagstoffen gegeneinander unter Beachtung an sich bekannter betontechnologischer Erkenntnisse; wenn mit den vorstehend genannten Maßnahmen eine Gewährleistung der Güterkriterien nicht möglich ist, eine Erhöhung des Zementeinsatzes um einen definierten Betrag bei Beibehaltung der vorgegebenen Ausgangsrezepturwerte bereits unter Nutzung der vorstehend beschriebenen Verfahrensschritte gewinnbar sind.

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur dynamischen Rezepturkorrektur in der Frischbetonproduktion und ermöglicht unter Nutzung der an sich bekannten Konsistenzmessung während der Mischphase die gezielte Veränderung einer oder mehrerer Komponenten des Betons im Sinne einer adaptiven Lernphase. Mittels der Erfindung sind Rezepturvorschriften ermittelbar, welche auch bei Veränderungen der Eigenschaften der Ausgangskomponenten des Betons eine optimale Betonqualität sichern.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Die Herstellung von Frischbeton erfolgt in herkömmlichen stationären Mischanlagen mit Zwangsmischern, bei denen eine Nachdosierung der festen Bestandteile während des Mischprozesses nicht möglich ist.
Um die Verarbeitbarkeit des Gemenges und die Festigkeit des ausgehärteten Betons zu sichern, müssen am Ende des Mischprozesses die geforderte Konsistenz und ein vorgegebener Wasser/Zement-Wert für das Mischgut garantiert werden. Um diese Güterkriterien realisieren zu können, ist es notwendig, die in der Betonrezeptur angegebenen Mengenrelationen und qualitativen Eigenschaften aller Gemengebestandteile genau einzuhalten. Zwei Parameter beeinträchtigen in der Praxis die Einhaltung dieser Vorschrift und beeinflussen die Gütekriterien:

1. Die Eigenfeuchte der Zuschlagstoffe wird durch Lagerungsmöglichkeiten, Lagerstättengegebenheiten und Witterungseinflüsse beeinflußt und erhöht den W/Z-Wert.
2. Der Wasseranspruch der festen Bestandteile hängt von der Sieblinie, der Kornteilchenform, dem Feinkornanteil und dem Zementmahlgrad ab und verändert die Konsistenz.

Bekannt sind verschiedene Verfahren zur Steuerung der Konsistenz des Frischbetons:

- durch Messung der Eigenfeuchte und Ermittlung der erforderlichen Wassermenge (DD-WP 141129)
- durch Ausnutzung der Wirkleistungsmeßkurve und Vergleich mit einer Sollkurve unter Zugabe einer (oder mehrerer) Wassernachdosierungen (DE-OS) 2855324)
- durch Prognose des zu erwartenden stationären Endwertes der Wirkleistung zu einem frühest möglichen Zeitpunkt während des Mischprozesses und nachfolgender Ermittlung der erforderlichen Wassermenge.

Mit den bekannten Verfahren kann nur die Konsistenz der sich aktuell im Mischer befindlichen Charge beeinflußt werden, wobei keine Aussagen über die eigentlichen Ursachen des variierenden Wasserbedarfs gewonnen werden. Zum Beispiel kann durch großen Wasseranspruch einiger Gemengebestandteile und der dadurch erhöhten Wasserzugabe bei Anwendung der Konsistenzsteuerung der W/Z-Wert sein zulässiges Maximum überschreiten. Um das zu verhindern, wird in der Praxis im allgemeinen die Zementdosis erhöht, was einem erhöhten Zementverbrauch zur Folge hat.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist die Schaffung eines Verfahrens zur dynamischen Rezepturkorrektur in der Frischbetonproduktion, wobei zu ausgewählten Gemengebestandteilen gehörende Wasseranspruchskoeffizienten ermittelt werden sollen, um bei Änderung der Koeffizienten durch Einflußnahme auf die jeweilige Rezepturvorschrift bei minimalem Zementeinsatz die geforderten Gütekriterien, d.h. die Konsistenz des Frischbetons und den Wasser/Zement-Wert zu sichern.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Aufgabe der Erfindung ist die Angabe eines Verfahrens zur dynamischen Rezepturkorrektur in der Frischbetonproduktion, welches unter Nutzung empirisch gefundener Zusammenhänge die Bestimmung von Waseranspruchkoeffizienten ermöglicht, wobei diese Koeffizienten verfahrensgemäß zur Gewährleistung einer hohen Betonqualität unter Beachtung sich diametral verhaltender Gütekriterien verwendet werden.
Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, ausgehend von den betontechnologisch vorgegebenen Rezepturwerten, zunächst die Wasseranspruchskoeffizienten einer konkreten Mischung zu ermitteln.
Hierfür wird die zeitliche Abhängigkeit der Konsistenz während dieser Mischung bestimmt. Nunmehr erfolgt die Auswertung einer Trockenmischphase, die durch die Mischung der Gemengebestandteile bis zu Beginn der Wasserzugabe gekennzeichnet ist und der stationären Endphase, die durch die vollständige Untermischung der zugegebenen Wassermenge gekennzeichnet ist.
Diese Phasen werden erfindungsgemäß zur Ermittlung der Wasseranspruchskoeffizienten unter Nutzung der Erkenntnis, daß die Konsistenz nur von den Ausgangskonzentrationen der Gemengebestandteile abhängt, wobei jede Ausgangskonzentration mit dem dazugehörigen Wasseranspruchskoeffizienten multiplikativ verknüpft ist, benutzt.
Nunmehr erfolgt die Abspeicherung der ermittelten Koeffizienten. Mit jeder weiteren Mischung erfolgt eine Aktualisierung der abgespeicherten Werte mittels adaptiven Schätzalgorithmus, wobei dieser Schätzalgorithmus der Bestimmung bedingter Erwartungswerte und der Varianzen dient, sowie anschließendem Vergleich mit den abgespeicherten Koeffizientenwerten.
Im Ergebnis dieses Vergleiches werden beim Auftreten signifikanter Unterschiede zwischen vorhergehenden und aktualisierten Wertesätzen Korrekturen der Betonrezeptur vorgenommen, wobei folgende Prioritäten gesetzt werden:
- Verringerung des Zementeinsatzes um einen definierten Betrag bis zur erneuten Bestimmung aktueller Wasseranspruchskoeffizienten

vor dem

- Austausch von definierten Mengen fein- und/oder grobkörnigen Zuschlagstoffen gegeneinander unter Beachtung bekannter betontechnologischer Erkenntnisse.

Sollte mit den vorstehend genannten Maßnahmen eine Gewährleistung der Güterkriterien nicht möglich sein, wird eine Erhöhung des Zementeinsatzes um einen definierten Betrag bei Beibehaltung der vorgegebenen Ausgangsrezepturwerte vorgenommen, wobei diese Ausgangsrezepturwerte bereits unter Nutzung des vorstehend beschriebenen Verfahrens gewonnen werden können.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll anhand einer zweckmäßigen Ausgestaltung näher erläutert werden.
Vorteilhafterweise wird das erfindungsgemäße Verfahren mittels einer Rezepturs teuervorrichtung, welche eine Meßwandlereinheit mit A/D-Wandler und einen Meßstellenumschalter umfaßt, einer Recheneinheit, eines Speicherblockes, mehrerer Wertevergleichsschaltungen sowie einem Rezepturspeicher und einem an sich bekannten Relaisblock mit dem die entsprechenden Antriebsaggregate der Fördereinrichtungen für die Gemengebestandteile gesteuert werden, realisiert.
Die Eingänge der Rezeptursteuervorrichtung sind mit den Ausgängen der verwendeten Dosierwaagen verbunden. Die erreichte Konsistenz der konkreten Mischung wird im gewählten Beispiel durch eine Mischermotorleistungsmessung indirekt bestimmt.
Reproduzierbare Eigenschaften der Gemengebestandteile werden vorteilhafterweise in den Bereichen konstanter Leistung, d.h. in der Trockenmischphase und in der stationären Endphase ermittelt. In diesen Bereichen konstanter Leistung gilt der gefundene Zusammenhang, der besagt, daß die Wirkleistung von den Konzentrationen der Gemengebestandteile abhängt, wobei jede Konzentration mit einem Wasseranspruchskoeffizienten multiplikativ verknüpft ist.
Die Zustandsgrößen „Konzentrationen" werden aus den Masseanteilen der Bestandteile durch Normierung mit der Rezepturgesamtmasse gewonnen. Dazu werden die Ausgangssignale der Dosierwaagen in der Recheneinheit durch die ausgewählte Normierungsgröße dividiert. Diese Normierungsgrößen sind für alle mit der Mischanlage produzierten Betonsorten im Speicherblock fixiert.
Für die nichtmeßbaren Zustandsgrößen „Wasseranspruchskoeffizienten" werden durch Schätzung die bedingten Erwartungswerte und die Varianzen ermittelt und ebenfalls im Speicherblock fixiert. Diese Koeffizienten sind charakteristisch für die qualitativen Eigenschaften der Gemengebestandteile aller Rezepturen einer Rezepturgruppe, in der die gleichen Bestandteile mit unterschiedlichen Quantitäten und Relationen vorhanden sind.

Während der Mischung jeder Charge einer Rezepturgruppe werden die Leistungsmeßwerte im Bereich konstanter Leistung benutzt, um die Wasseranspruchskoeffizienten mit dem in der Recheneinheit implementierten Schätzverfahren aktuell zu bestimmen. Die sich durch die Schätzung ergebenden neuen Koeffizienten werden in den Wertevergleichsschaltungen mit dem vorhergehenden Wertesatz verglichen. Beim Auftreten von signifikanten Unterschieden wird eine Rezepturkorrektur vorgenommen. Hierfür wird eine Vergleichskette zwischen den Koeffizienten der Charge n mit denen der Charge n-1, n-2, n-3 usw. betrachtet. Im Ergebnis der Auswertung werden dann folgende Maßnahmen durchgeführt:
Erste Priorität besitzt die Prüfung, ob mit einer Reduzierung des Zementeinsatzes die Gütekriterien eingehalten werden können. Zweitens wird bestimmt, ob durch Austausch von limitierten Mengen fein- und/oder grobkörniger Zuschlagstoffe gegeneinander die Einhaltung der Gütekriterien gewährleistet werden kann. Hierbei sind in beiden Schritten die betontechnologischen Grenzwerte zu berücksichtigen. Sollten beide Schritte nicht zum Erfolg führen, wird eine Erhöhung der Zementdosis vorgenommen, wobei die Zuschlagstoffmengen wieder auf die Rezepturwerte zurückgeführt werden, um danach mit den o.g. Schritten eine erneute Korrektur zu beginnen. Die sich nach erfolgreicher Korrektur ergebenden aktuellen Rezepturwerte werden an den Rezepturspeicher übergeben und bewirken über die Relaissteuerung die Dosierung der Gemengebestandteile in der nächsten Mischcharge.